Rondelles Ressort Mubea

Manuel

Mubea
engineering for mobility

Sommaire

Le groupe Mubea — Chapitre 1

Mubea dans le monde ... *9*
Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH ... *13*

Rondelles Ressort Mubea — Chapitre 2

2.1 Vue d'ensemble des produits ... *22*
2.2 Exemples d'application ... *26*
2.3 Fabrication ... *30*

Conception et théorie — Chapitre 3

3.1 Conception ... *38*
3.1.1 Guide de résolution rapide des problèmes... *38*
3.1.2 Programme de calcul Mubea ... *40*
3.2 Théorie des Rondelles Ressort ... *40*
3.2.1 Propriétés et exécution ... *40*
3.2.2 Classification selon la norme DIN 2093 ... *42*
3.2.3 Calcul des Rondelles Ressort seules ... *43*
Rondelles Ressort sans surfaces d'appui ... *44*
Rondelles Ressort sans surfaces d'appui ... *45*
Rondelles Ressort avec surfaces d'appui ... *46*
Cas particuliers ... *47*
3.2.4 Combinaisons de Rondelles Ressort ... *48*
Configuration de la courbe ... *48*
Remarques de conception ... *49*
Guidage ... *49*
3.2.5 Détermination de la contrainte admissible ... *52*
3.2.6 Relaxation et fluage ... *56*
3.2.7 Frottement ... *57*
Frottement pour Rondelle Ressort seule ... *57*
Frottement dans les paquets de Rondelles Ressort ... *58*
Frottement dans les empilages de Rondelles Ressort ... *59*
3.3 Symboles, caractères de cotes, descriptions et unités ... *60*

Tolérances — Chapitre 4

4.1 Tolérances générales... *66*
4.2 Contrôle d'effort des Rondelles Ressort ... *67*
Rondelle Ressort seule ... *67*
Empilage de Rondelles Ressort ... *67*

Matières et protection anticorrosion — Chapitre 5

5.1 Matières ... *72*
5.1.1 Matières standard ... *76*
5.1.2 Matières résistant à la corrosion ... *76*
5.1.3 Matières pour températures élevées ... *77*
5.1.4 Matières amagnétiques et résistant à la corrosion ... *77*
5.1.5 Matières résistant à très hautes températures ... *78*
5.2 Protection contre la corrosion ... *78*
5.2.1 Phosphatation ... *78*
5.2.2 Protection galvanique ... *79*
5.2.3 Zingage mécanique ... *79*
5.2.4 Delta-Tone/Delta-Seal ... *79*
5.2.5 Dacrometisation ... *80*
5.2.6 Nickelage chimique ... *80*

Gamme de produits et diagrammes — Chapitre 6

6.1 Gamme des Rondelles Ressort Mubea ... *83*
6.2 Tableaux dimensionnels des Rondelles Ressort... *84*
6.3 Diagrammes et commentaires... *106*

Groupe Mubea

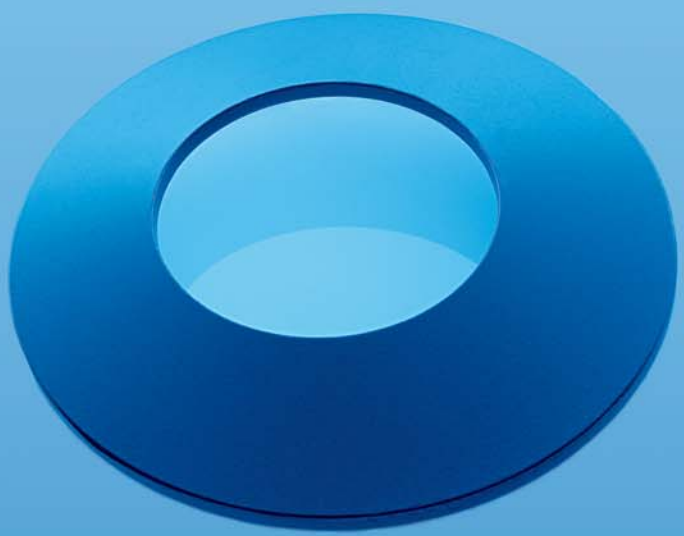
Mubea dans le monde
Mubea Tellerfedern und
Spannelemente GmbH

Mubea dans le monde

Muhr und Bender KG, Attendorn (Allemagne)
Muhr und Bender KG,Weitefeld (Allemagne)
Mubea Fahrwerksfedern GmbH, Attendorn (Allemagne)
Mubea Fahrwerksfedern GmbH,Weißensee (Allemagne)
Mubea Motorkomponenten GmbH, Attendorn (Allemagne)
Mubea Motorkomponenten GmbH, Hildburghausen (Allemagne)
Mubea Motorkomponenten GmbH, Thale (Allemagne)
Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH, Daaden (Allemagne)
Muhr und Bender Maschinenbau GmbH, Attendorn (Allemagne)
Mubea spol. s r.o., Zebrák (République Tchèque)
Mubea-HZP s.r.o., Prostejov (République Tchèque)
Mubea Engineering AG, Heiden (Suisse)
Mubea Fabbrica Molle SA, Bedano (Suisse)
Mubea Chuo SA, Heiden (Suisse)
Mubea UK Ltd., Northampton (Grande-Bretagne)
Mubea France S.A.S.U., Paris (France)
Mubea France S.A.S.U., Etablissement de Menchhoffen, Menchhoffen (France)
MCS Mubea Chuo SA, Brusseles (Belgique)
Mubea Italia s.r.l., Stabilimento di Melfi, Melfi (Italie)
Mubea Iberia S.A., Agreda (Espagne)
Mubea Inc., Florence, Kentucky (USA)
Mubea Inc., Elsmere, Kentucky (USA)
IT Spring Wire LLC, Florence, Kentucky (USA)
CMSC Chuo Mubea Suspension Components Company Inc., Florence, Kentucky (USA)
Mubea de Mexico S. de R.L. de C.V., Saltillo (Mexique)
Mubea do Brasil Ltda., Taubaté (Brésil)
IT Spring Wire do Brasil Ltda., Taubaté (Brésil)
Mubea Korea Co., Ltd., Seoul (Corée du Sud)
Mubea Automotive Components Co., Ltd., Taicang (Chine)
Mubea Japan Co., Ltd., Kobe (Japon)
Mubea Japan Co., Ltd., Tokyo (Japon)
Technical collaboration (Afrique du Sud)

Engineering for mobility: partenaire mondial de l'industrie automobile, Mubea développe et fabrique, avec une exigence constante de qualité, des Rondelles Ressort, des ressorts de suspensions, des ressorts de soupapes, des colliers à ressorts, des systèmes tendeur de courroie et d'autres pièces fortement sollicitées.

Mubea



Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH

Daaden

A l'échelle internationale, le nom MUBEA est aujourd'hui synonyme d'une technologie ultra-sophistiquée dans les ressorts. C'est pourquoi nos Rondelles Ressort et Goupilles Elastiques soutiennent sans défaillance la comparaison avec la concurrence mondiale. Elles sont fabriquées dans notre usine de Daaden, avec un savoir faire, un contrôle qualité moderne et la connaissance issue de décennies d'expérience.

Mubea

Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH

Mubea s'est spécialisée, depuis plus de 40 ans, dans la production de Rondelles Ressort de qualité. Grâce à leurs multiples applications, les Rondelles Ressort peuvent être utilisées dans les différentes branches de l'industrie mondiale, d'installations de transport sous-marines à –3000 mètres aux satellites dans l'espace. De plus, Mubea assure et contrôle la fabrication de pièces complexes en découpage fin et de goupilles de grande qualité.

Les Rondelles Ressort selon DIN 2093 et norme usine Mubea sont livrables sur stock. Mubea fabrique également des Rondelles Ressort ayant jusqu'à 800 mm de diamètre extérieur, des Rondelles Ressort à dents internes ou externes ainsi que des rondelles ondulées, tous ces produits étant fabriqués entièrement dans notre usine, à commencer par la matière de base dans notre unité de laminage à froid. De même, nous concevons, fabriquons et entretenons tous les outillages dont nous avons besoin. Outre la matière standard, le 50 CrV4, Mubea stocke d'autres matières répondant à des besoins particuliers – amagnétisme, protection contre la corrosion, tenue aux hautes températures – qui confèrent ainsi une grande flexibilité à sa production.

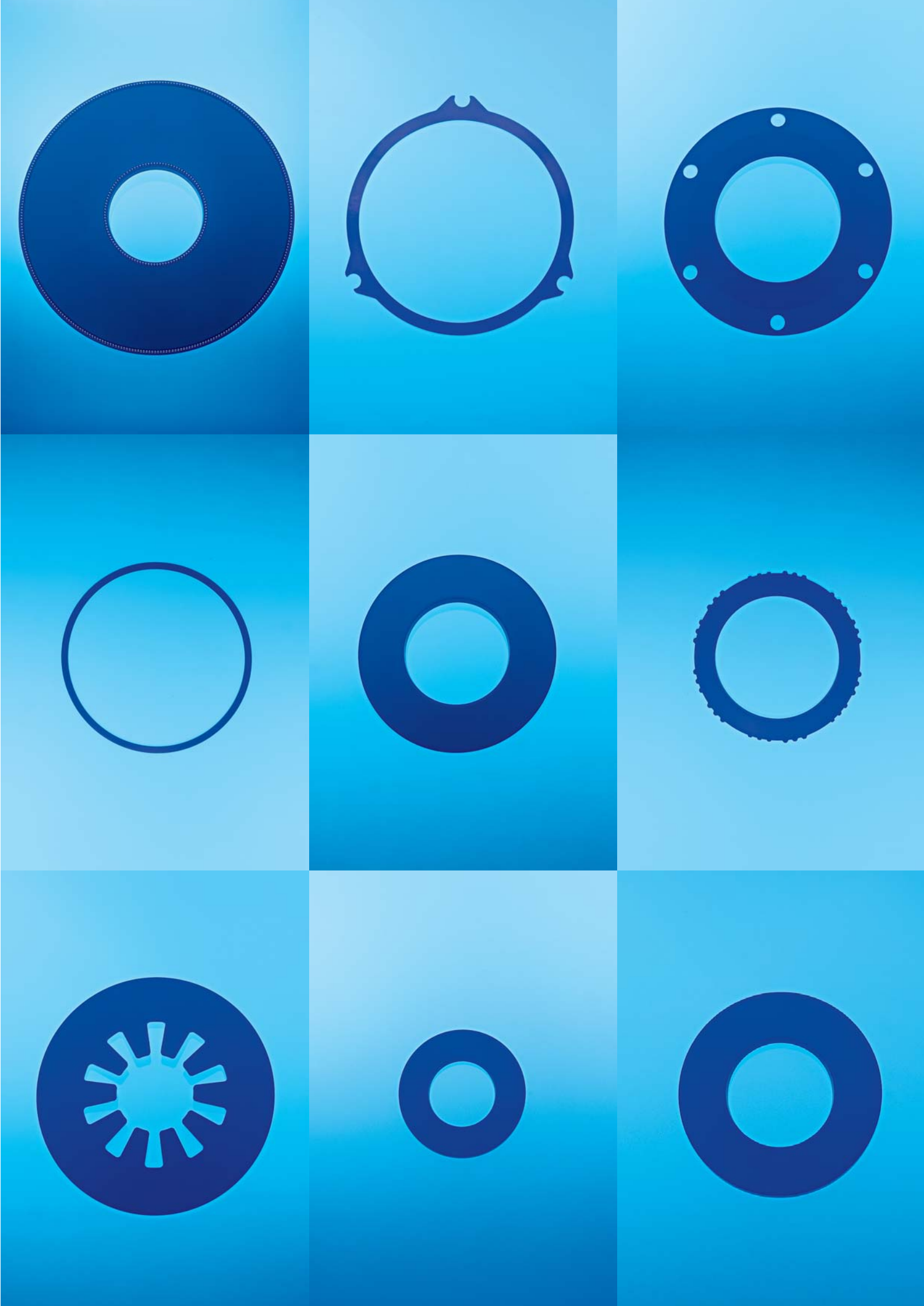
Le grenaillage de pré-contrainte, procédé standard chez Mubea, présente de gros avantages surtout pour les Rondelles Ressort soumises à des contraintes dynamiques importantes, et garantit ainsi une longue durée de vie à tous nos produits. Des laboratoires parfaitement équipés se tiennent prêts à répondre à toutes les demandes d'essais de nos clients. Grâce au perfectionnement permanent des technologies, à son esprit d'innovation et à sa créativité, notre équipe d'ingénieurs hautement qualifiés trouvera une solution individuelle à chaque problème de Rondelles Ressort posé – y compris le vôtre. Nous nous réjouissons de notre collaboration.

Tel: +49/2743 806 0
Fax: +49/2743 806 188
www.mubea-tellerfedern.de
E-Mail: tellerfedern@mubea.com

Rondelles Ressort Mubea

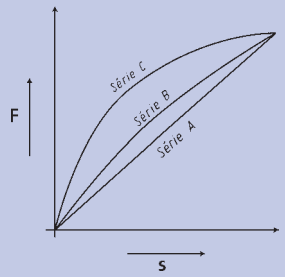
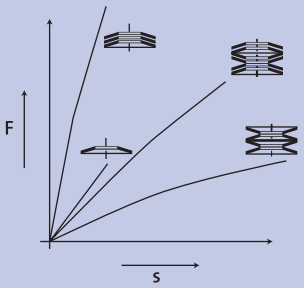
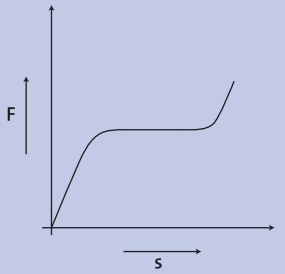
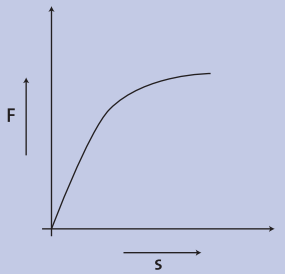
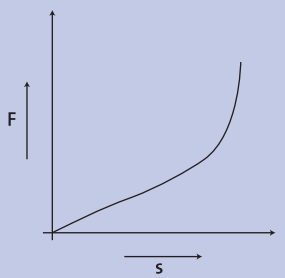
2.1 Vue d’ensemble des produits
2.2 Exemples d’application
2.3 Fabrication

Vue d’ensemble des Rondelles Ressort



Rondelles Ressort Mubea

2.1 Vue d'ensemble des produits

Type de ressort	Aperçu	Courbes caractéristiques
RONDELLES RESSORT CONVENTIONNELLES		
		
RONDELLES RESSORT DECOUPEES		
RONDELLES RESSORT SPECIALES [1)]		
RONDELLES ONDULEES [1)]		

Domaines d'applications

| Suspensions de chaudières dans les centrales électriques
| Vannes de sécurité
| Accumulateurs à ressort pour les sous-stations
| Dispositifs d'accouplement
| Remontées mécaniques
| Dispositifs de serrage d'outils
| Freins d'ascenseurs
| Freins pour véhicules de travaux publics et ferroviaires
| Compensateurs de jeu pour roulements à billes
| Amortisseurs de vibrations
| etc....

| Boites de vitesses automatiques
| Limiteurs de couple
| Embrayages

| Adaptation à des conditions de montage particulières dans:
  | Embrayages
  | Boites de vitesses

| Boites de vitesses automatiques
| Compensateurs de jeu

[1] pièces sur plan uniquement

Rondelles Ressort Mubea

Rondelles Ressort conventionnelles

| Rondelles Ressort selon DIN 2093 (groupe 1, groupe 2, groupe 3)
| Rondelles Ressort selon norme usine Mubea ou dimensions spéciales client
| Dimensions : diamètre extérieur de 8 à 800 mm
| Matière selon DIN 2093 (DIN 17221, DIN 17222) et matières spéciales (chapitre 5.1)
| Pour améliorer la durée de vie, les Rondelles Ressort d'une épaisseur supérieure à 0,5 mm subissent un grenaillage de pré-contrainte.
| Protection standard par phosphatage et huilage; autres revêtements suivant chapitre 5.2.

Empilage de Rondelles Ressort

Les Rondelles Ressort sont généralement montées sous la forme d'un empilage. A la demande du client, Mubea livre des empilages dans un dispositif de montage pré-assemblés.

Avantages:

| Simplification du montage par le pré-assemblage
| Courbe «force-course» spécifique à l'empilage (machine moderne de contrôle d'effort allant jusqu'à 1000 kN)
| Possibilité de diminuer les tolérances d'effort
| Exclusion des erreurs d'empilage par le contrôle à 100 % de l'effort

Rondelles Ressort à dents internes ou externes

| Plage dimensionnelle: diamètre extérieur de 20 à 300 mm
| Développement des Rondelles Ressort à dents en collaboration avec le client et réalisées exclusivement sur plan
| En raison d'un mode de fabrication particulier, les spécifications de tolérance d'effort et de durée de vie les plus difficiles peuvent être atteintes.

Rondelles Ressort spéciales

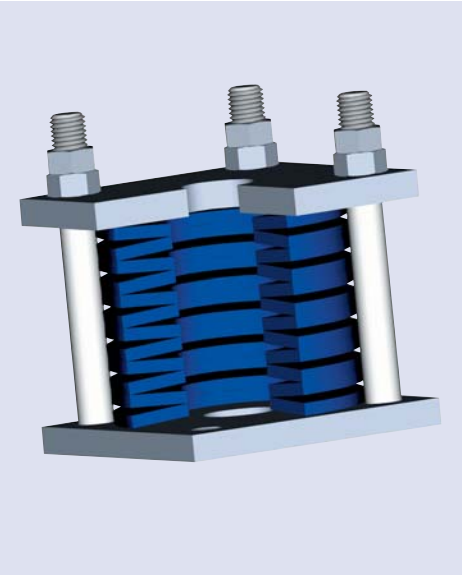
Pour des cas particuliers, Mubea développe avec le client des Rondelles Ressort adaptées à son besoin.

Rondelles Ressort ondulées

Mubea produit des Rondelles Ressort ondulées dans une plage dimensionnelle, pour le diamètre extérieur, comprise entre 20 et actuellement 300 mm. Les Rondelles Ressort ondulées servent souvent à faciliter le changement de vitesse dans les boites automatiques. Réalisation uniquement sur plan.

Rondelles Ressort Mubea

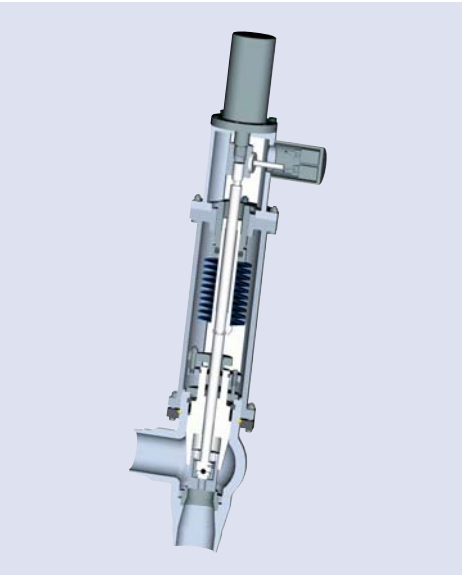
2.2 Exemples d'application



Empilage de Rondelles Ressort

Installations techniques, centrales électriques, constructions mécaniques

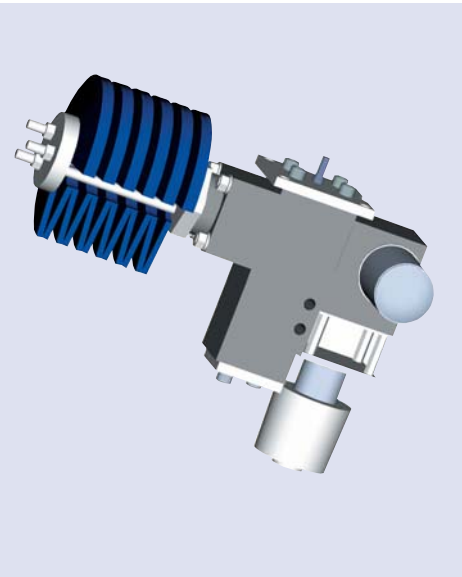
Les empilages de Rondelles Ressort s'utilisent comme ressort de suspension de chaudières ou de réservoirs. Ces Rondelles Ressort compensent l'inflexion locale du plafond-porteur et garantissent ainsi un abaissement uniforme de la chaudière en cas de variations de charge et de dilatation thermique.



Vannes

Installations techniques, constructions mécaniques, industrie chimique

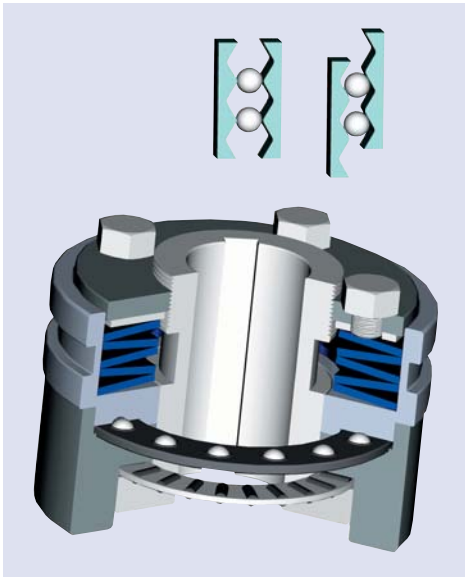
Dans une vanne à fermeture rapide, l'empilage de Rondelles Ressort est, vanne ouverte, pré-contraint hydrauliquement. Lors d'un incident, la pression hydraulique chute, l'empilage se détend et referme la vanne. Le fluide est ainsi stoppé. On y emploie souvent des empilages de Rondelles Ressort à centrage par billes.



Accumulateurs d'énergie pour systèmes de sécurité

Construction de lignes électriques, constructions mécaniques

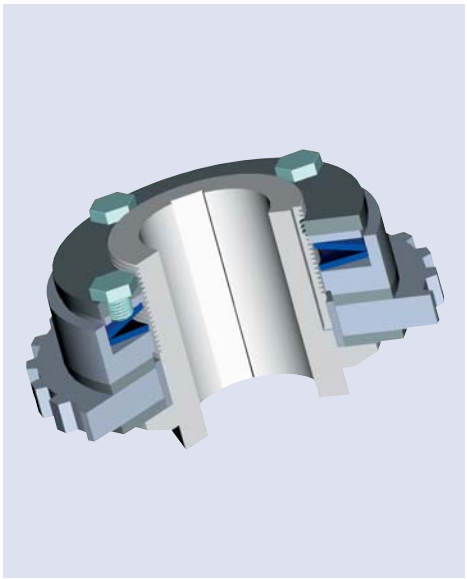
Dans certains entraînements hydrauliques, l'empilage de Rondelles Ressort sert d'accumulateur d'énergie pour les commandes hydrauliques.



Accouplements limiteurs de surcharge

Installations techniques, constructions mécaniques, automobile

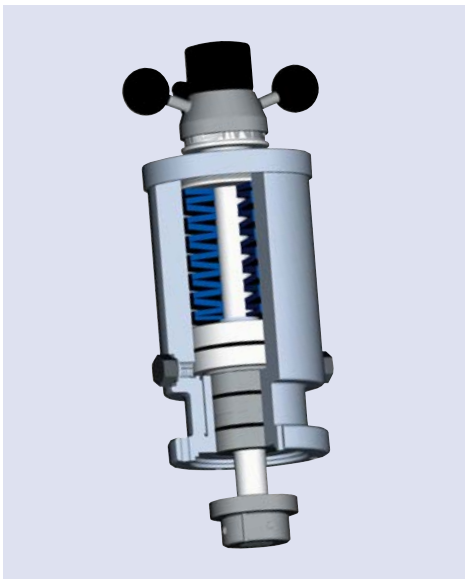
Dans les accouplements limiteurs de surcharge, les Rondelles Ressort servent à obtenir la friction nécessaire à la transmission du couple. Des écrous permettent d'ajuster finement l'effort afin d'interrompre la transmission en cas de dépassement du couple.



Accouplements à friction

Installations techniques, constructions mécaniques, automobile

Sur les accouplements à friction, la Rondelle Ressort développe une pression axiale définie sur les garnitures de friction. La Rondelle Ressort compense l'usure des garnitures pendant la durée de vie de l'accouplement. Le couple reste ainsi constant. Dans ce cas, on emploiera, dans la partie horizontale de la plage de travail, les Rondelles Ressort découpées.

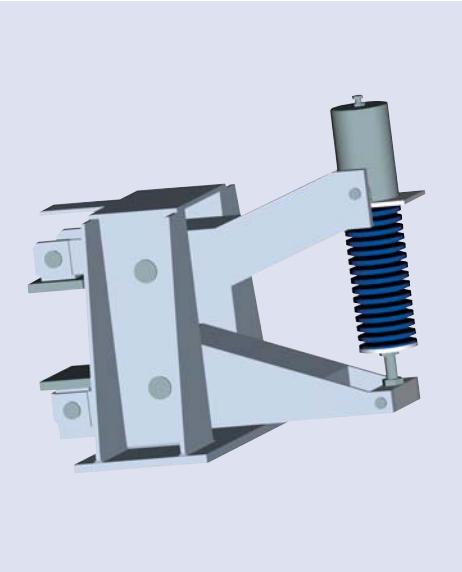


Ressort de rappel de piston

Constructions mécaniques, automobile

Les Rondelles Ressort assurent que le piston sous pression hydraulique revienne à sa position de départ lors du désaccouplement.

Rondelles Ressort Mubea



Freins à compression

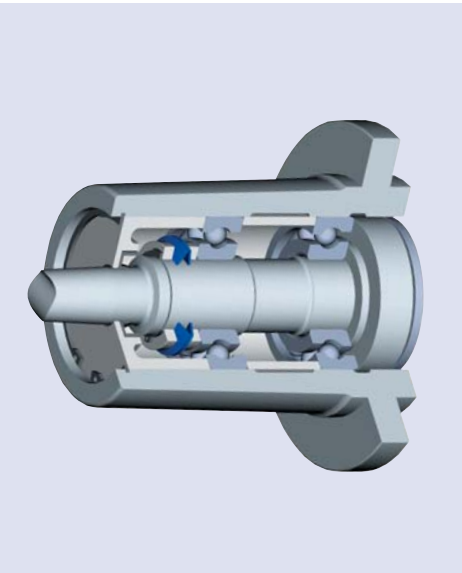
Installations techniques, constructions mécaniques et automobiles

Par baisse de la pression de service, les Rondelles Ressort développent l'effort de freinage nécessaire.

Dispositifs de serrage d'outil

Constructions mécaniques, outillage

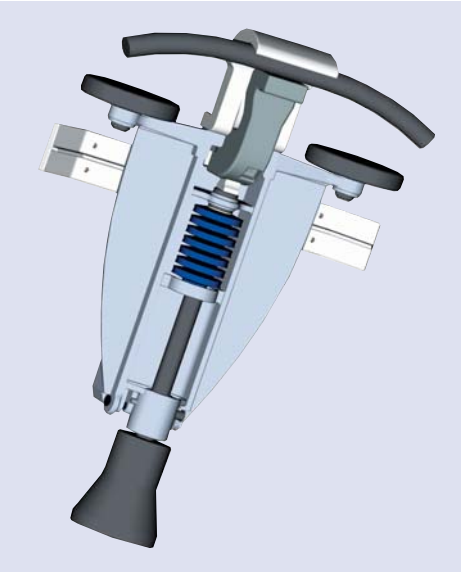
Dans un dispositif de serrage, l'empilage de Rondelles Ressort maintient fermement l'outil dans le cône de serrage.



Compensation de jeu

Installations techniques, constructions mécaniques

Les Rondelles Ressort servent à compenser les jeux des tolérances de l'ensemble des composants



Pinces de remontées mécaniques

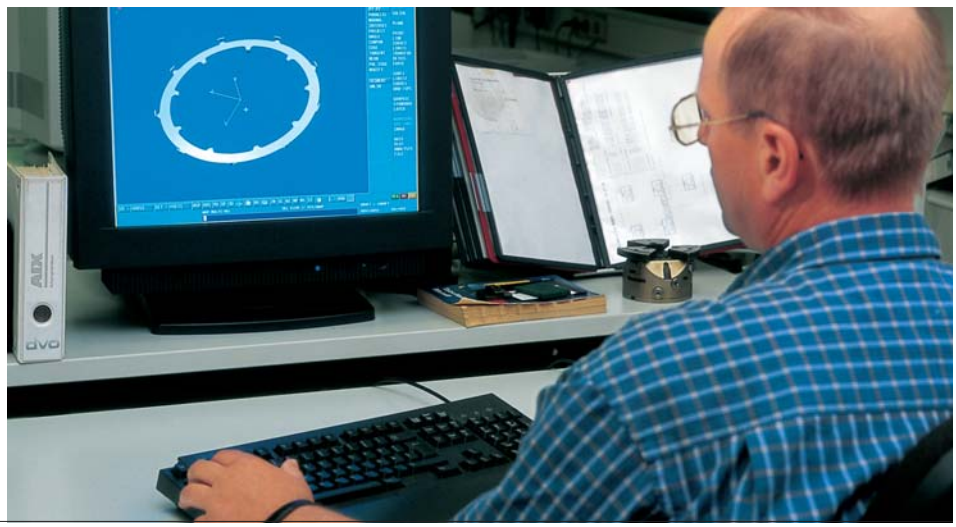
Constructions techniques

Dans les remontées mécaniques, l'empilage de Rondelles Ressort assure la liaison entre le câble et la pince elle-même. Suivant la version de la pince, l'effort peut être statique ou dynamique.

Rondelles Ressort Mubea

2.3 Fabrication

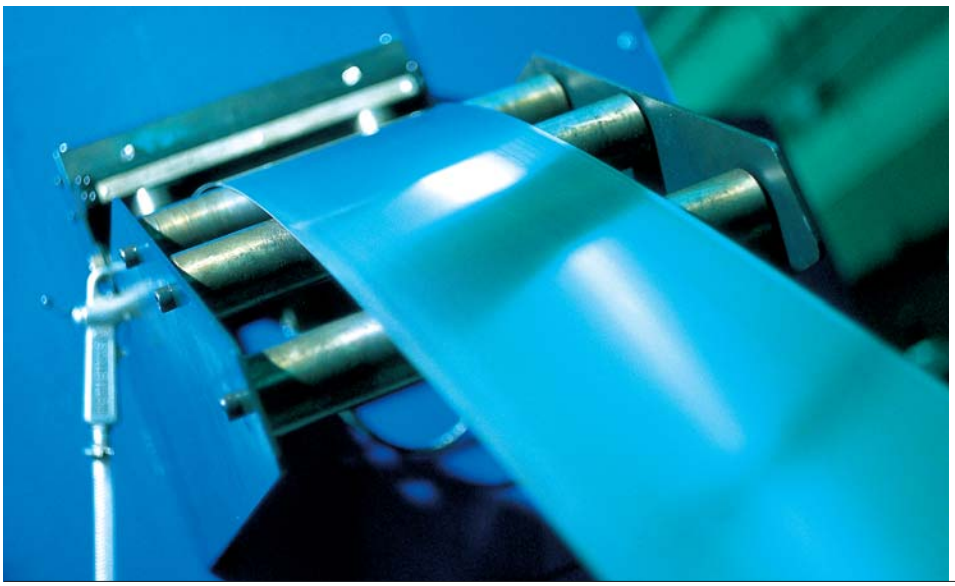
Mubea sert de référence non seulement par son haut niveau de qualité, mais également par ses innovations et son intégration qui va jusqu'à produire elle même la matière des Rondelles Ressort. En effet, la majeure partie de la matière première utilisée sort de notre laminoir à froid et est très étroitement tolérancée. Suivant l'épaisseur de la Rondelle Ressort, la fabrication des Rondelles Ressort se fera par découpage (Groupe 1), par découpage fin (Groupe 2) ou par découpage plasma ou oxycoupage (Groupe 3). Les Rondelles Ressort de forte épaisseur sont ensuite usinées sur les quatre faces afin d'enlever tous les défauts de surface de la matière première. Puis les Rondelles Ressort subiront un traitement thermique de type martensitique ou bainitique, avec des tolérances de dureté très sévères. Ensuite viendra le grenaillage de précontrainte qui a pour objectif d'augmenter de façon significative la durée de vie de la Rondelle Ressort. La phosphatation et le huilage, procédé anti-corrosion standard, seront également réalisé par Mubea. La surveillance permanente des différentes étapes de fabrication garantie le haut niveau de qualité qui a fait la réputation de Mubea. L'entreprise est certifiée selon les normes ISO 9001, VDA 6.1 et QS 9000. En 2002, elle le sera suivant les directives environnementales ISO 14000.



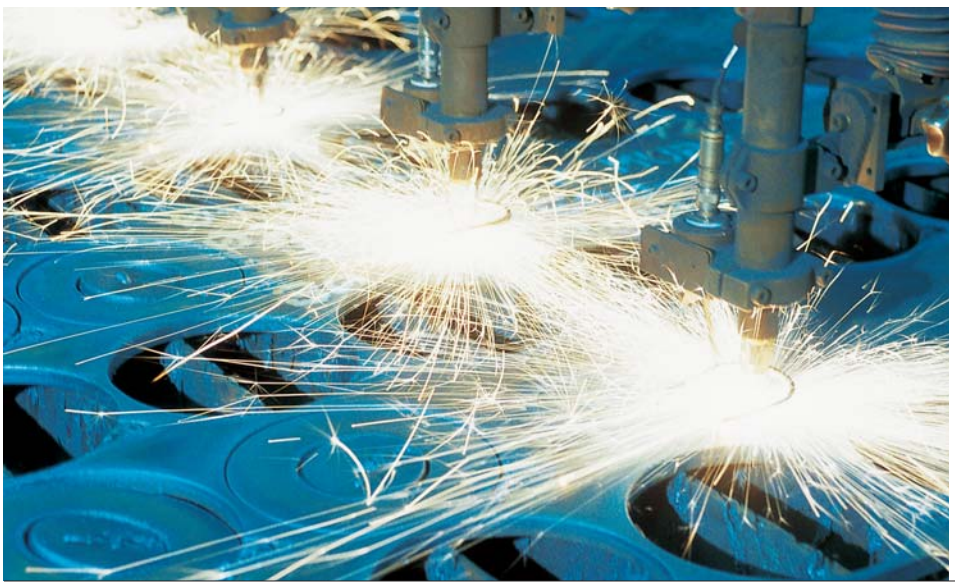
Développement

Outillage

Matière



Découpage fin

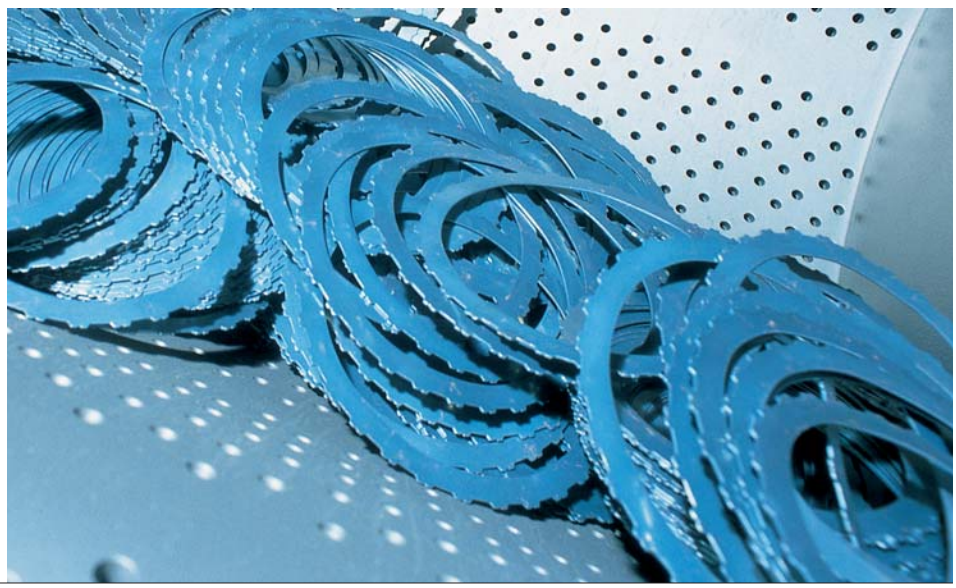


Oxycoupage

Rondelles Ressort Mubea

Ebavurage

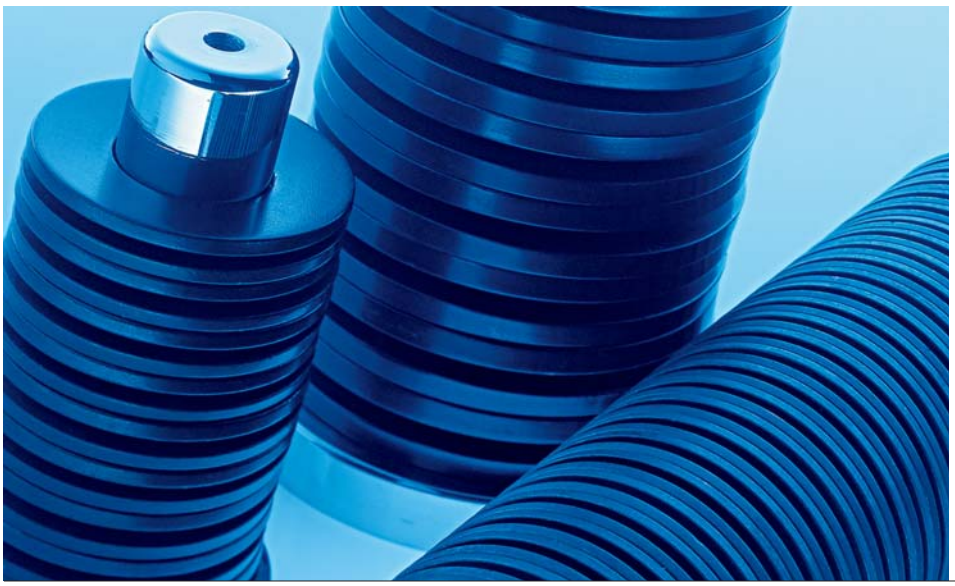
Revenu



Grenaillage

Protection anti-corrosive

Assurance Qualité



Produit

Conception et Théorie

3.1 Conception
3.1.1 Guide de résolution rapide des problèmes
3.1.2 Programme de calcul Mubea

3.2 Théorie des Rondelles Ressort
3.2.1 Propriétés et exécution
3.2.2 Classification selon DIN 2093
3.2.3 Calcul des Rondelles Ressort seules
| Rondelles Ressort sans surfaces d'appui, application de la force selon DIN
| Rondelles Ressort sans surfaces d'appui, avec force agissant sur des bras de levier raccourcis
| Rondelles Ressort avec surfaces d'appui
| Cas particuliers
3.2.4 Combinaisons de Rondelles Ressort
| Configuration de la courbe
| Remarques de conception
| Guidage
3.2.5 Détermination de la contrainte admissible
3.2.6 Relaxation et fluage
3.2.7 Frottement
| Frottement pour Rondelle Ressort seule
| Frottement dans les paquets de Rondelles Ressort
| Frottement dans les empilages de Rondelles Ressort

3.3 Symboles, caractères de cotes, descriptions et unités

Conception et théorie

3.1. Conception

3.1.1 Guide de résolution rapide des problèmes

Les Rondelles Ressort sont conçues afin de répondre à tous les cas d'utilisation. On se servira alors de l'importante gamme de Rondelles Ressort selon DIN 2093, des dimensions supplémentaires de la norme usine MUBEA ou des dimensions hors standards. Toutes ces Rondelles Ressort sont livrables, la plupart du temps, sur stock, donc avec des délais relativement courts.

Nous pouvons, également, concevoir des Rondelles Ressort ayant des dimensions spécifiques. Mais il vous faudra compter avec des délais de livraison plus important puisqu'il y aura lieu de commander la matière et de fabriquer des outillages adaptés. Il est donc intéressant de contrôler la rentabilité d'une telle opération. Nous esquissons ci-après un fil conducteur qui nous permettra de vous concevoir rapidement la Rondelle Ressort adaptée à votre besoin.

Pour ce faire, nous avons besoin de connaître les paramètres suivant:

- les cotes d'encombrement maximum possible
- les caractéristiques d'efforts et de courses
- le type de contrainte (statique, dynamique)
- la durée de vie souhaitée
- les conditions ambiantes (température d'utilisation, médium, protection anti-corrosive)

Le questionnaire technique MUBEA du chapitre 3.1, contient les données nécessaires à la conception d'une Rondelle Ressort spéciale. Il sera la base idéale d'un échange d'informations entre nos sociétés.

Faites une copie du Questionnaire technique et faxez la.
Ou ... rejoignez nous sur www.mubea-tellerfedern.de

Les matières prévues par la norme DIN 2093 ou la norme usine MUBEA suffisent généralement aux applications standards. Le traitement anti-corrosion est, en standard, la phosphatation zinc et le huilage mais d'autres revêtements sont également possibles, voir le chapitre 5.2. Les matières spéciales indiquées au chapitre 5.1 permettent de répondre aux exigences particulières (protection anti-corrosion, résistance aux températures élevées, amagnétisme, etc.). Pour la conception de Rondelles Ressort avec des matières spéciales, il est préférable de contacter MUBEA.

Une fois connus les encombrements, vérifier si les dimensions de la norme DIN 2093, des normes usine ou spéciales ne pourraient pas convenir. Ces dimensions sont données dans les tableaux du chapitre 6.2 qui contiennent, en outre, l'effort correspondant à une course donnée. Vous trouverez, dans la partie diagramme *(chapitre 6.3)* la courbe détaillée de chacune des Rondelles Ressort selon la norme DIN 2093. Ces diagrammes permettront une évaluation de la durée de vie de la Rondelle Ressort choisie. Pour interpréter ces diagrammes, rendez vous au chapitre 6.2. Si les encombrements ne permettent pas d'utiliser une Rondelle Ressort standard, le programme de calcul MUBEA, décrit au chapitre 3.1.2 vous aidera à concevoir une Rondelle Ressort personnalisée. Nous vous conseillons de prendre contact avec l'équipe MUBEA. Et, dans tous les cas, calculez l'empilage de Rondelles Ressort avec le programme de calcul MUBEA.

Datenblatt | Datasheet | Données techniques

Mubea

DATENBLATT ZUR AUSLEGUNG VON TELLERFEDERN (Bitte ausfüllen bzw. Zutreffendes ankreuzen)
DATA SHEET FOR THE DESIGN OF DISC SPRINGS (please fill in/check off where applicable)
DONNÉES TECHNIQUES (S.v.p. remplir ou mettre une croix)

Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH
Im Kirdorf • 57567 Daaden • Tel. +49/27 43 806 0
Fax +49/27 43 806 188

1| **Art der Maschine bzw. Anlage**: _____
Kind of machine/plant:
Type de machine/application:

2| **Zweck der Federn:** _____
Purpose of the springs:
Usage des rondelles:

3| **Einbauraum:** Durchmesser D_{max} = _____ D_{min} = _____ mm
Mounting space: Diameter
Dimensions: Diamètre
Länge/length/longueur L_{max} = _____ L_{min} = _____ mm

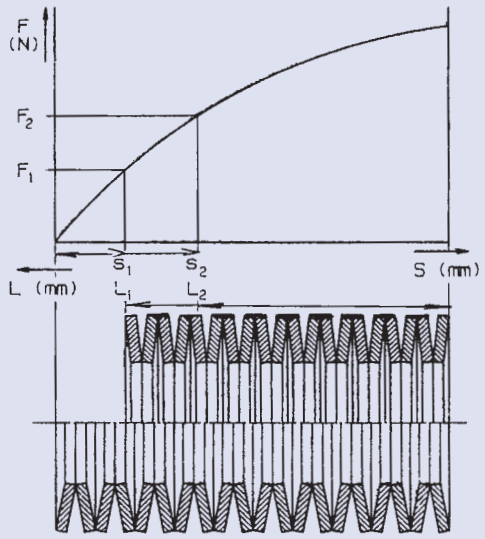
4| **Schichtungsart**/Method of stacking/Mode d'empilage: _____

5| **Kräfte und Federwege**/Forces and deflections/Forces et courses:

L_1 = _____ mm	s_1 = _____ mm	F_1 = _____ N	Tol: + _____ %	Tol: - _____ %
L_2 = _____ mm	s_2 = _____ mm	F_2 = _____ N	Tol: + _____ %	Tol: - _____ %
L_3 = _____ mm	s_3 = _____ mm	F_3 = _____ N	Tol: + _____ %	Tol: - _____ %

6| **Art der Belastung**/Type of load/Mode de fonctionnement:
☐ statisch/static/statique ☐ dynamisch/dynamic/dynamique

7| **Belastungsverlauf**/Application of load/Allure de courbes:
☐ stoßartig/shock/amortissement ☐ sinusförmig/sinusoidal/sinusoïdale



8| **Erwünschte Lebensdauer:** _____
Requested fatigue life:
Durée de vie souhaitée:

9| **Betriebstemperatur (an der Feder):** _____
Working temperature (at spring):
Température de fonctionnement (au ressort):

10| **Führung:** ☐ innen inside intérieur ☐ außen outside extérieur
Guide method:
Guide:

11| **Lage der Feder bzw. Säule:** ☐ vertikal horizontal horizontal ☐ horizontal vertical vertical
Location of spring/stack:
Position de la rondelle ressort/d'empilage:

12| **Ist ein besonderer Korrosionsschutz erforderlich?** _____
Is a special protection against corrosion required?
A-t-on besoin d'une protection particulière contre la corrosion?

13| **Angreifendes Medium**/Agressive medium/A quoi est dûe la corrosion: _____

14| **Bemerkungen**/Remarks/Remarques: _____

Sachbearbeiter/Responsable/Responsable Produit: _____

Telefon/Phone/Téléphone: _____ **Telefax**/Fax/Téléfax: _____

Datum/Date/Date: _____ **Unterschrift**/Signature/Signature: _____

Abb. 3.1: Mubea Datenblatt

Conception et théorie

3.1.2 Programme de calcul MUBEA

Le programme de calcul MUBEA peut, dans n'importe quel cas d'application, aider à concevoir une Rondelle Ressort. Il définit de façon optimale la Rondelle Ressort et les différents modes d'empilage possibles en fonction de l'encombrement et de la durée de vie souhaités. Cette flexibilité s'accompagne de la possibilité de choisir le matériau adéquat à votre application.

Le programme de calcul se trouve sur le CD joint. Vous pourrez aussi le télécharger sur Internet à l'adresse www.mubea.tellefedern.de. Le mode d'emploi figure dans le CD et sur Internet. Le programme permet de déterminer le nombre de cycles alternés possibles dans les conditions suivantes:

- jusqu'à 60 Rondelles Ressort seules empilées alternativement
- jusqu'à 15 paquets de 2 Rondelles Ressort
- jusqu'à 16 mm d'épaisseur par Rondelle Ressort
- jusqu'à des contraintes inférieures ou égales à la contrainte maximum admissible.

En cas de besoins différents de ceux-ci, prenez contact avec les techniciens MUBEA.

3.2 Théorie des Rondelles Ressort

Les Rondelles Ressort sont des couronnes en forme de cône aplatis à base circulaire, où la charge s'exerce dans le sens axial. L'épaisseur de la Rondelle Ressort est, généralement, constante. La charge s'applique, de façon uniformément répartie, sur le bord supérieur intérieur et sur le bord inférieur extérieur. Elles sont habituellement fabriquées avec des aciers ressort et peuvent être soumises à des efforts aussi bien statiques, ou présentant de rares alternances, qu'à des charges permanentes et oscillantes. Les Rondelles Ressort répondent à des critères élevés de stabilité de forme et de résistance aux mouvements oscillatoires.

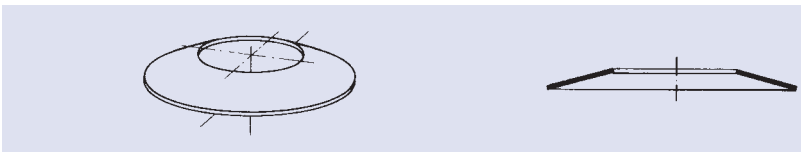


fig. 3.2: Rondelle Ressort simple

Propriétés fondamentales des Rondelles Ressort

- force élastique importante pour une course faible
- exploitation de l'encombrement meilleur que pour d'autre type de ressort
- grande longévité et faible tendance à la relaxation et au fluage lorsque elles ont été bien dimensionnées
- multiples combinaisons pour obtenir des allures caractéristiques différentes
- utilisation possible de matières et revêtements différents
- faible coût si utilisation des dimensions standard

3.2.1 Propriétés et exécution

La courbe caractéristique de la Rondelle Ressort représente le rapport entre force et course. En fonction des rapports dimensionnels, la courbe d'une Rondelle Ressort est plus ou moins dégressive dans toute la partie de compression jusqu'à la position plane *(fig. 3.3)*.

Pour des cas spécifiques, nous pourrons concevoir une Rondelle Ressort afin que sa course puisse dépasser la position plane. Les Rondelles Ressort sont généralement utilisées comme élément modulaire. Ces Rondelles Ressort empilées dans le même sens se nomment «paquet», tandis qu'on appelle «empilage» celles montées en sens inverse, soit à l'unité, soit par paquet *(fig.3.4/3.5)*. La course d'un paquet est égale à une seule de ces rondelles. L'effort, lui, sera proportionnel au nombre de Rondelles Ressort contenues dans le paquet. Pour un empilage, on additionne les courses de chacune des Rondelles Ressort le composant. L'effort sera identique à une seule de ses Rondelles Ressort ou d'un de ses paquets. Sur ces principes, vous pourrez calculer la course et l'effort de votre empilage *(fig. 3.6)*.

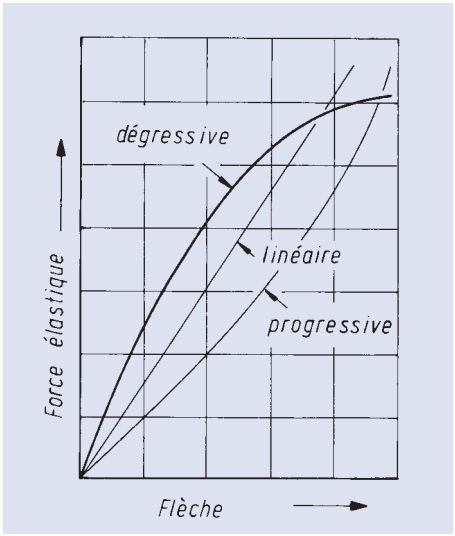


fig.3.3: Diverses allures de courbes représentatives

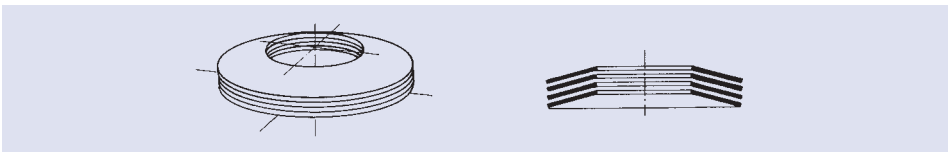


fig.3.4: Paquet de 4 Rondelles Ressort unitaires

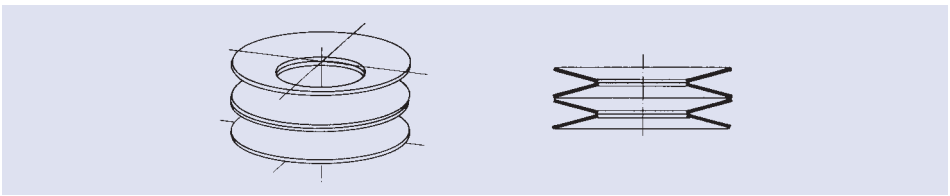
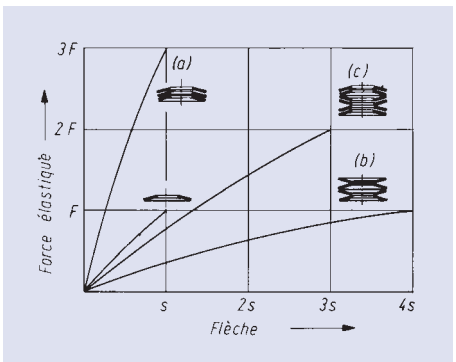


fig.3.5: Empilage de 4 Rondelles Ressort unitaires

En outre, la réalisation d'un empilage par la combinaison de paquets comportant un nombre différent de Rondelles Ressort, ou de Rondelles Ressort unitaires mais d'épaisseur différente, permet d'obtenir une allure de courbe progressive. Dans de tels empilages, les paquets de Rondelles Ressort ou la Rondelle Ressort seule ayant la plus faible force, ne font plus varier la flèche une fois atteinte leur position plane, ou les limitations de course, ce qui fait augmenter le taux d'élasticité total de l'empilage *(fig.3.7)*.



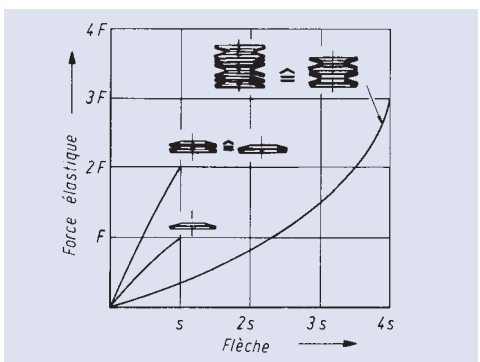


fig. 3.6 gauche: Diverses combinaisons de Rondelles Ressort: Paquet de 3 Rondelles Ressort: force triple. Empilage de 4 Rondelles Ressort: course quadruple. Empilage de 3 paquets de 2 Rondelles Ressort chacun: course triple, force double

fig.3.7 droite: Combinaison de Rondelles Ressort donnant une courbe progressive

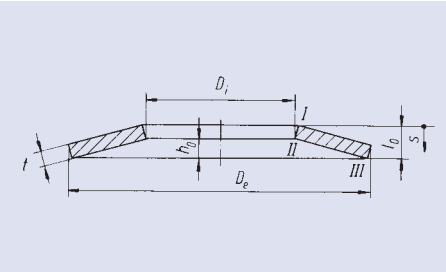
Conception et théorie

3.2.2 Classification selon DIN 2093

Les Rondelles Ressort sont normalisées selon la DIN 2092 (Rondelles Ressort; calcul) et la DIN 2093 (Rondelles Ressort; dimensions, exigence qualité). La DIN 2093 les divise en 3 groupes:

| Groupe 1: épaisseur t inférieure à 1,25 mm
| Groupe 2: épaisseur t entre 1,25 et 6 mm
| Groupe 3: épaisseur t entre 6 et 14 mm

Les Rondelles Ressort des groupes 1 et 2 sont fabriquées sans surfaces d'appui *(fig.3.8)*, celles du groupe 3 avec surfaces d'appui.



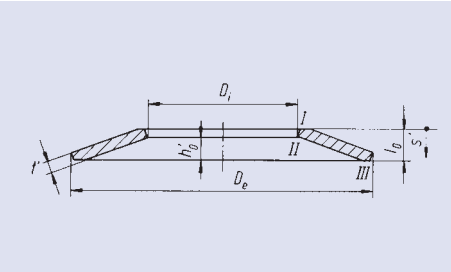


fig.3.8 gauche:
Rondelles Ressort des groupes 1 et 2 sans surfaces d'appui

fig.3.9 droite:
Rondelles Ressort du groupe 3 avec surfaces d'appui

Les exécutions prescrites par la DIN 2093 sont présentées dans le tableau ci-dessous *(tableau 3.1)*.

Groupe	Procédé de fabrication	Surface **) face sup. et inf. µm	Surface **) bord int. et ext. µm
1	estampage, formage à froid, bord arrondi	$R_a < 3,2$	$R_a < 12,5$
2*)	estampage, formage à froid, D_e et D_i usinés, bord arrondi	$R_a < 6,3$	$R_a < 6,3$
	découpage fin, formage à froid, bord arrondi	$R_a < 6,3$	$R_a < 3,2$
3	formage à froid ou à chaud, usinage toutes faces, bord arrondi	$R_a < 12,5$	$R_a < 12,5$

*) sauf convention contraire, le procédé d'usinage reste au choix du fabricant (voir section 5 de la DIN 2093).
**) ces indications ne sont pas valables pour les Rondelles Ressort grenaillées.

Tableau 3.1:
Procédé d'usinage et rugosité de surface admissible

Les Rondelles Ressort spéciales peuvent être réalisées avec d'autres procédés d'usinage comme le découpage laser, jet d'eau, etc... Outre les Rondelles Ressort de section rectangulaire et bord arrondi, nous complétons les possibilités par:

| Rondelles Ressort de section trapézoïdale
| Rondelles Ressort à dents

Tandis que les premières citées n'ont pratiquement aucune importance économique, les Rondelles Ressort à dents s'emploient beaucoup dans les embrayages et réducteurs. Nous n'y reviendrons plus ici. Les techniciens Mubea répondront volontiers à vos questions sur ces Rondelles Ressort à dents.

3.2.3 Calcul des Rondelles Ressort seules

Pour calculer les Rondelles Ressort, les équations figurant dans la norme DIN 2092 doivent être utilisées dans la pratique et sont suffisamment exactes. Elles découlent, pour l'essentiel, des relations établies par ALMEN et LASZLO.

Le comportement à la déformation de la Rondelle Ressort y est traité comme un contre-emboutissage unidimensionnel d'une couronne de section rectangulaire autour d'un centre de retournement S. A l'état de contrainte de retournement en résultant se superpose un état de contrainte de flexion provoqué par la modification de l'angle de cône variant avec la flèche. La section même de la Rondelle Ressort reste alors rectangulaire et plane, de sorte que la force agit toujours sur les arêtes 1 et 3.

Le comportement du matériel est considéré, sans limite, comme linéairement élastique. Les tensions internes ne sont pas prises en compte. Les tensions calculées sont les tensions nominales *(voir aussi chapitre 3.1.2)*.

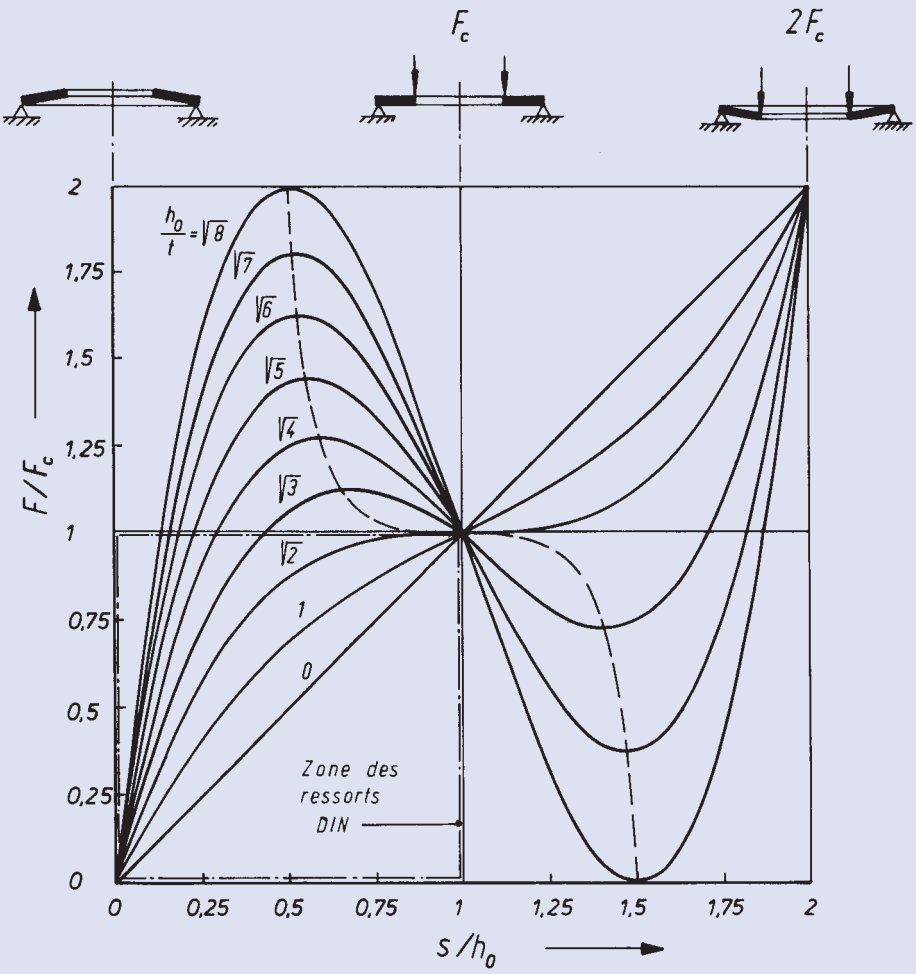


fig.3.10:
Allure relative de la courbe déterminée par le calcul:
| Flèche: rapportée à la flèche jusqu'à la position plane s = s_c = ho
| Force élastique: rapportée à la force élastique dans la position plane Fc = F(ho)

Conception et théorie

Rondelles Ressort sans surfaces d'appui, application de la force selon DIN

Courbe caractéristique

Le rapport h_o/t détermine les caractéristiques typiques de la courbe d'une Rondelle Ressort. A condition que rien ne s'oppose à la déformation de la Rondelle Ressort et que les fatigues admissibles soient respectées, on obtient les courbes caractéristiques représentées à la figure 3.11.

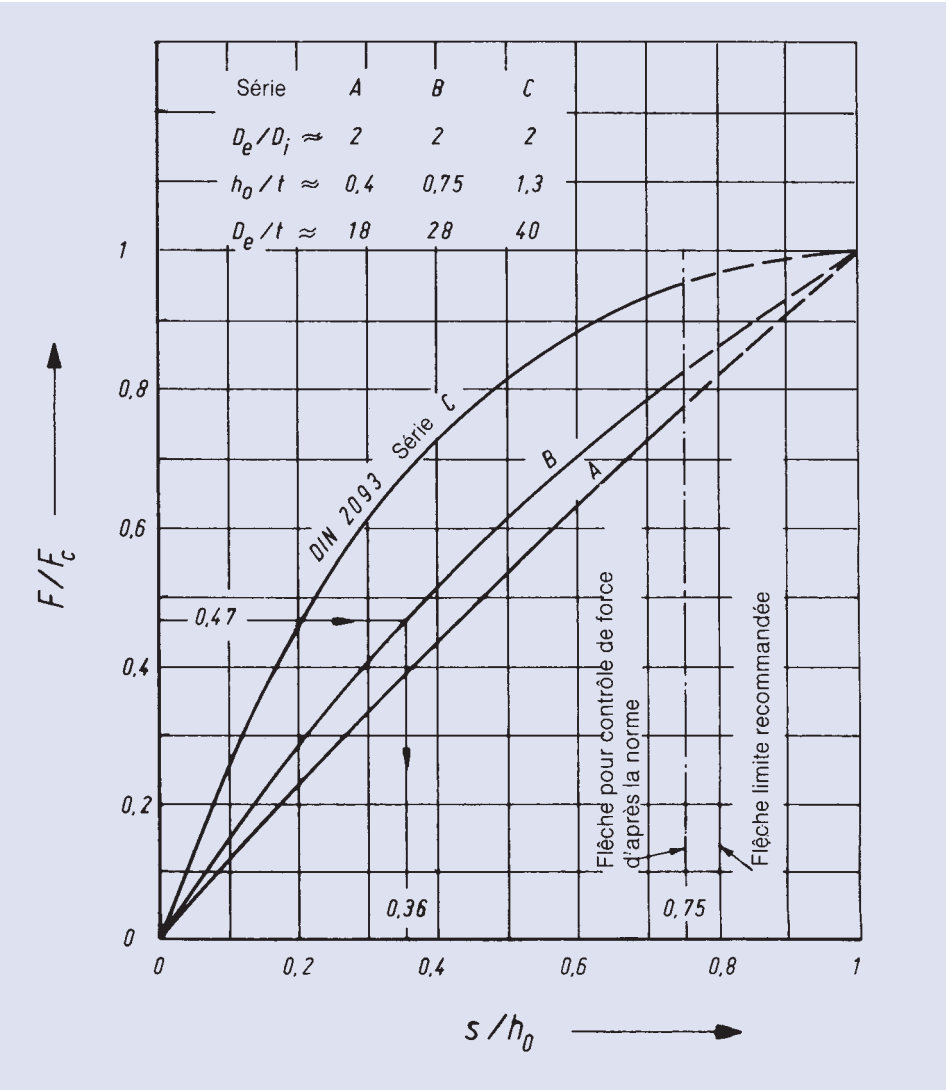


fig. 3.11:
Courbes caractéristiques déterminées par le calcul pour les Rondelles Ressort types A, B, C de la norme DIN 2093, ainsi que la flèche limite recommandée. La partie supérieure de la figure indique les paramètres moyens applicables pour les différentes séries normalisées

Contraintes sous charge

Les contraintes influant sur la durée de vie des Rondelles Ressort sont celles qui s'exercent dans le sens tangentiel, tandis que les tensions radiales jouent un rôle négligeable. Sur la face supérieure de la Rondelle Ressort s'exercent fondamentalement des contraintes de compression et sur la face inférieure des contraintes de traction.

Dans la réalité, les contraintes calculées ne concordent pas avec les contraintes existant réellement dans la Rondelle Ressort. Cela est dû aux tensions internes du matériel engendrées par le grenaillage et la mise en bloc de la Rondelle Ressort lors de sa fabrication. Les contraintes réellement opérantes résultent de la superposition des contraintes internes préexistantes et des contraintes de compression *(fig.3.12)*

Dans le calcul de la résistance des Rondelles Ressort aux efforts alternés, les contraintes de traction s'exerçant sur la face inférieure du ressort sont prépondérantes.
De par sa technique de fabrication, cette face inférieure présente des contraintes internes en compression, raison pour laquelle les tensions calculées dépassent les tensions réelles. D'après le rapport h_0/t, la contrainte maximum en face inférieure de la Rondelle Ressort se situe au point II (diamètre intérieur/inférieur) ou III (diamètre extérieur/inférieur).

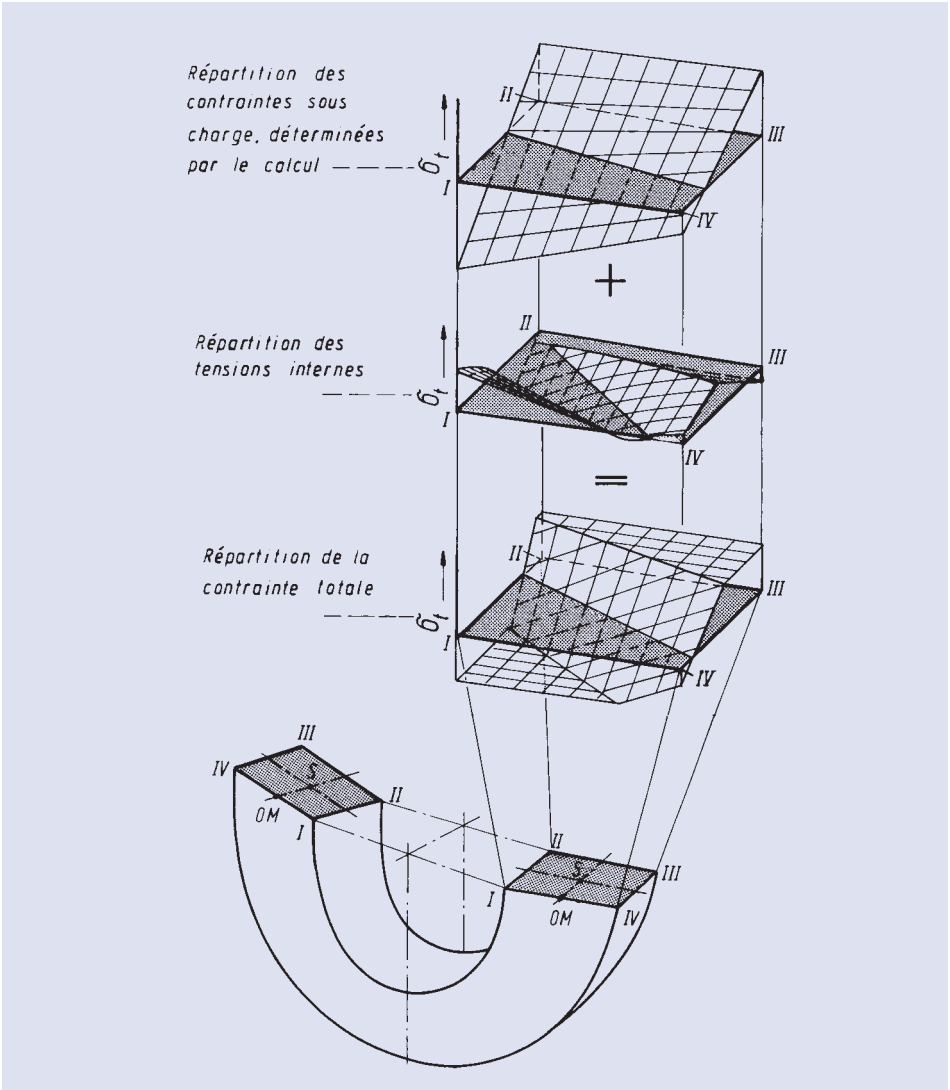


fig.3.12:
Superposition des contraintes de compression et des contraintes internes par rapport à la contrainte totale

La contrainte la plus élevée à l'intérieur de la Rondelle Ressort lors de la compression, se situe au point I, côté supérieur de la Rondelle Ressort. Il s'agit d'une contrainte de compression qui a une action prépondérante sur le comportement en charge de la Rondelle Ressort. Nous entendons par comportement en charge une déformation par plastification partielle de la Rondelle Ressort due au dépassement de la limite d'élasticité sous l'effet d'une compression élevée en liaison avec une perte de hauteur.

Rondelles Ressorts sans surfaces d'appui, avec force agissant sur des bras de levier raccourcis
Le moment pour provoquer la flèche est, dans le type de formule généralement utilisée, exactement le même que pour l'application de la charge sur les points I et III.

Conception et théorie

Le bras de levier étant plus court, il faut développer une plus grande force élastique F'>F. Il en résulte que la courbe a une pente plus forte qu'en cas d'application normale de la charge et que la course de compression de la Rondelle Ressort jusqu'à la position plane s'en trouve réduite. La contrainte sous charge, déterminée par le calcul, n'est pas influencée par la façon dont agit la charge. Elle ne dépend que de la modification de l'angle de cône *(fig.3.13)*.

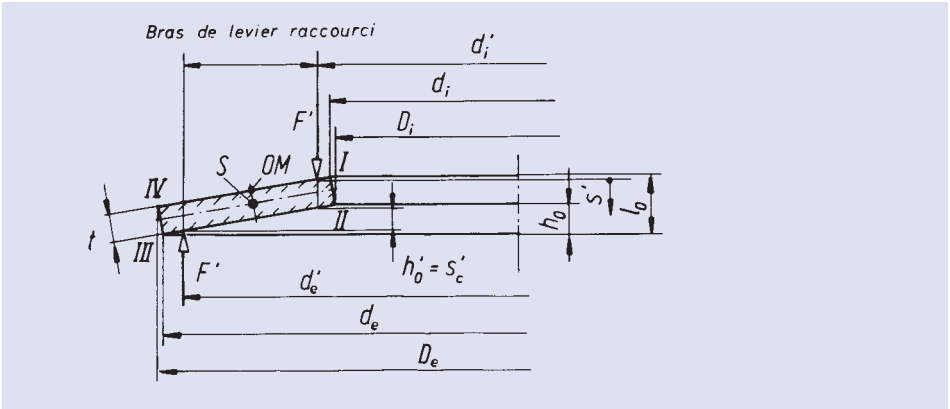


fig. 3.13:
Conditions dimensionnelles lors de l'application de la charge par bras de levier raccourcis

Rondelles Ressort avec surfaces d'appui

Les Rondelles Ressort avec surfaces d'appui s'utilisent, lorsque l'épaisseur de la Rondelle Ressort est > à 6 mm (groupe 3 selon DIN 2093), pour obtenir une application franche de la charge et diminuer le frottement sur les éléments de guidage. La surface d'appui décale l'application de la charge, à l'extérieur de d_e à d_e', et à l'intérieur de d_i vers d_i'. Cela induit un raccourcissement des bras de levier et une augmentation de la force élastique *(fig.3.14)*.

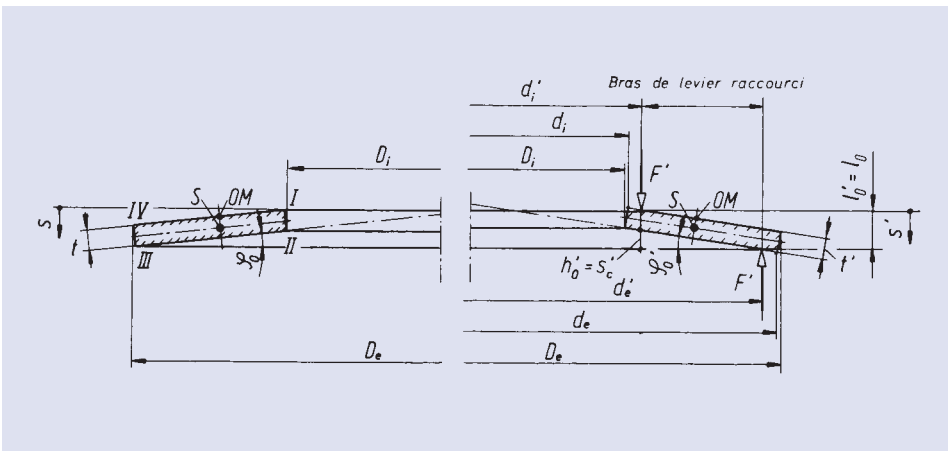


fig. 3.14:
Comparaison d'une Rondelle Ressort sans (à gauche) et avec (à droite) surfaces d'appui

Les Rondelles Ressort avec surfaces d'appui doivent être conçues de façon à obtenir la même force F (pour une compression $s = 0{,}75 \cdot h_0$) que les Rondelles Ressort sans surfaces d'appui ayant les mêmes dimensions D_e, D_i et l_0. L'augmentation de force qui en résulte est compensée par la réduction de l'épaisseur de la Rondelle Ressort. Comme il est impératif que la hauteur lo reste la même, la Rondelle Ressort avec surfaces d'appui doit présenter, au repos, un plus grand angle $\varphi_0' > \varphi_0$ entre la génératrice et le plan de la position plane. Il en résulte une allure de la courbe caractéristique qui diverge très légèrement de la Rondelle Ressort normale, sauf pour le point d'épure commun F' ($s=0{,}75\ h_0$) = F ($s=0{,}75\ h_0$) *(fig. 3.15)*.

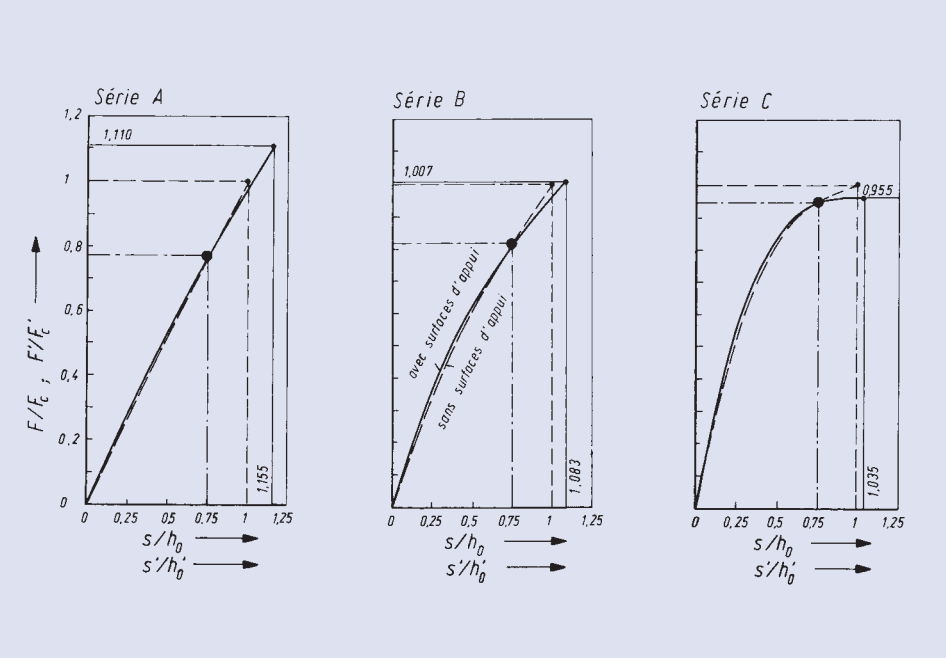


fig. 3.15:
Comparaison des courbes calculées pour les Rondelles Ressort avec et sans surfaces d'appui

La réduction de l'épaisseur de la rondelle de t à t' est déterminée par la DIN 2093 pour les Rondelles Ressort. Pour les Rondelles Ressort des séries A et B, le rapport des épaisseurs de rondelles t' et t est en moyenne de t'/t = 0,938 et, pour les rondelles de la série C de t'/t = 0,955. Les contraintes sous charge calculées pour les points d'angle I à IV de la courbe n'existent plus. Elles sont donc un peu plus élevées que ne le donnerait un calcul plus précis pour les zones d'angles existant encore. Mais comme de toutes façons, il ne s'agit que de valeurs nominales, l'erreur est insignifiante.

Cas particuliers

Conversion en cas d'utilisation de matières spéciales

Les équations des courbes caractéristiques, valables pour une section rectangulaire à angles vifs, donnent des forces trop élevées de sensiblement 8 à 9 %, face à des théories plus précises, dans le calcul pour un acier ressort ayant E = 206000 N/mm2 et μ = 0,3. Mais cela est sensiblement compensé par le raccourcissement des bras de leviers allant de pair avec les rayons aux point I et III, si bien que la coïncidence de la courbe caractéristique calculée, avec la courbe mesurée est tout à fait bonne dans le cas de l'acier. Cependant, cela n'est plus valable en cas d'utilisation de matières spéciales présentant des coefficients de POISSON μ nettement supérieurs.

Rondelles Ressort extrêmement minces

Dans le cas de Rondelles Ressort avec $D_e/t > 40$, l'équation de la courbe caractéristique donne des forces trop élevées. Dans ce cas, il convient de tenir compte de la déformation de la couronne en utilisant par exemple la méthode par éléments finis.

Rapport de diamètres extrêmement faibles

Dans le cas de Rondelles Ressort avec $D_e/D_i < 1,8$, il convient de prendre en considération, dans le calcul de la ligne caractéristique, le raccourcissement des bras de leviers dû aux rayons, sinon les forces élastiques calculées seront trop faibles.

3.2.4 Combinaisons de Rondelles Ressort

Comme déjà présenté en début de ce chapitre, les Rondelles Ressort peuvent se combiner de multiples façons, en paquets de rondelles simples superposées dans le même sens, ou en empilages se composant de Rondelles Ressort simples ou de paquets de Rondelles Ressort disposés alternativement. Toutes les observations suivantes sont faites pour les Rondelles Ressort sans surfaces d'appui. Elles s'appliquent de façon analogue aux Rondelles Ressort avec surfaces d'appui. A noter toutefois que la réduction de l'épaisseur de la rondelle de t à t' entraîne une diminution de hauteur du paquet de Rondelles Ressort ou de l'empilage constitué de paquets de Rondelles Ressort.

Configuration de la courbe

Paquets de Rondelles Ressort

Les paquets de «n» rondelles semblables multiplient par «n» la force théorique de chacune des rondelles, tandis que la flèche reste la même *(fig. 3.16)*.

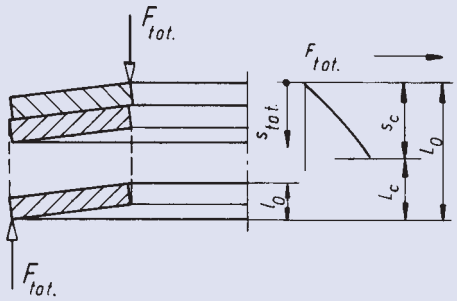


fig. 3.16:
Paquet de «n» Rondelles Ressort simples (la flèche est représentée agrandie pour faciliter la lecture)

La longueur du paquet de Rondelles Ressort à l'état libre se déduit de $L_o = l_o + (n-1) \cdot t$

En négligeant le frottement, on a pour :

| Flèche : $s_{tot} = s$

| Force élastique : $F_{tot} = n \cdot F$

Empilage de Rondelles Ressort

Les empilages de «i» Rondelles Ressort simples disposées alternativement multiplient par «i» la flèche tandis que la force élastique reste la même *(fig. 3.17)*

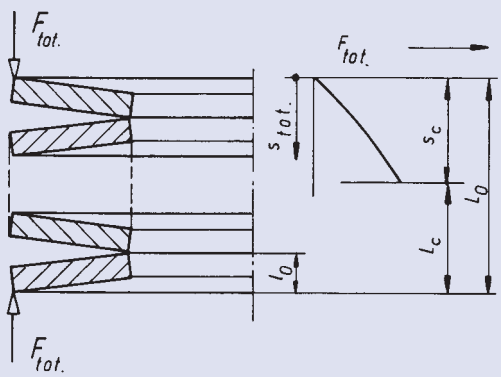


fig. 3.17:
Paquet se composant de «i» Rondelles Ressort simples

La longueur de l'empilage de Rondelles Ressort à l'état libre se calcule pour des paquets de une Rondelle Ressort par $L_o = i \cdot l_o$. En négligeant le frottement, on obtient pour la:

| compression: $s_{tot} = i \cdot s$
| force élastique: $F_{tot} = F$

Courbe progressive

Pour obtenir des courbes caractéristiques progressives, il est possible (selon *fig. 3.7*) d'avoir recours à des empilages se composant de paquets d'un nombre différent de rondelles (frottement important) ou à des empilages de Rondelles Ressort simples ayant une épaisseur et une hauteur différente (faible frottement). Dans les deux cas, la progressivité s'atteint en rendant inefficace le paquet le plus faible – ou, suivant le cas, la rondelle ressort la plus faible – une fois atteinte la position plane ou les limitations de courses existant éventuellement de façon à ce que cela ne contribue plus à augmenter la flèche *(fig.3.18)*.

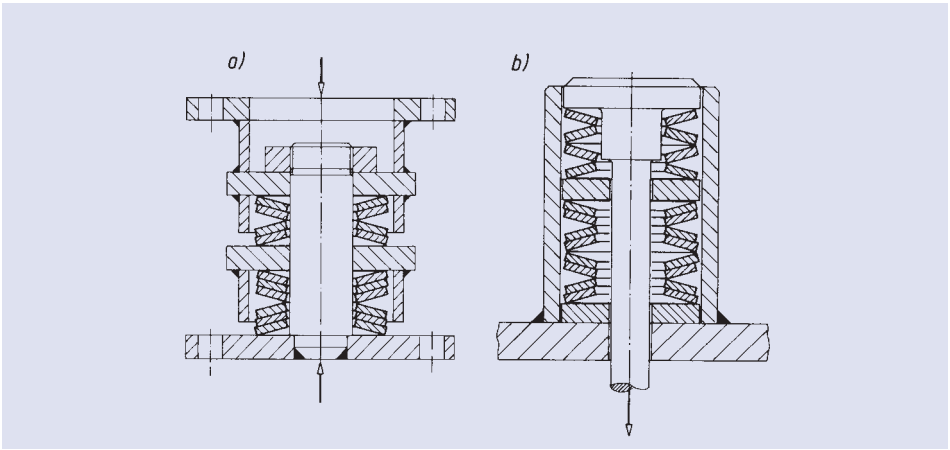


fig. 3.18:
Empilage à courbe caractéristique progressive et limitations de course pour éviter des fatigues excessives
a) cloche, b) butée

Remarques de conception

La conception d'un empilage de Rondelles Ressort devra respecter les conditions limites suivantes :

| les Rondelles Ressort individuelles empilées alternativement sont utilisées lorsque la course d'une seule rondelle est insuffisante
| les Rondelles Ressort empilées dans le même sens sont employées, quand dans un encombrement réduit, des forces importantes sont à atteindre
| un grand diamètre de Rondelle Ressort permet d'obtenir un encombrement réduit
| ne pas mettre en paquets plus de 2 à 4 Rondelles Ressort, les frottements engendrés augmentant l'écart entre la courbe théorique et la courbe pratique (le programme de calcul ne tient pas compte de l'influence des frottements).

Guidage

Paquets et empilages de Rondelles Ressort devront être guidés. Cela est assuré par des éléments de guidage tels que:

| une broche de guidage *(guidage intérieur fig. 3.19 a)*
| une douille de guidage *(guidage extérieur fig. 3.19 b)* ou par
| des systèmes auto-centreurs *(fig.3.19 c)* ou par des joncs métalliques écrouis.

Conception et théorie

Dans le guidage intérieur comme extérieur, l'élément de guidage doit présenter une surface lisse sur toute sa longueur. La dureté superficielle doit être de 55 HRC minimum.

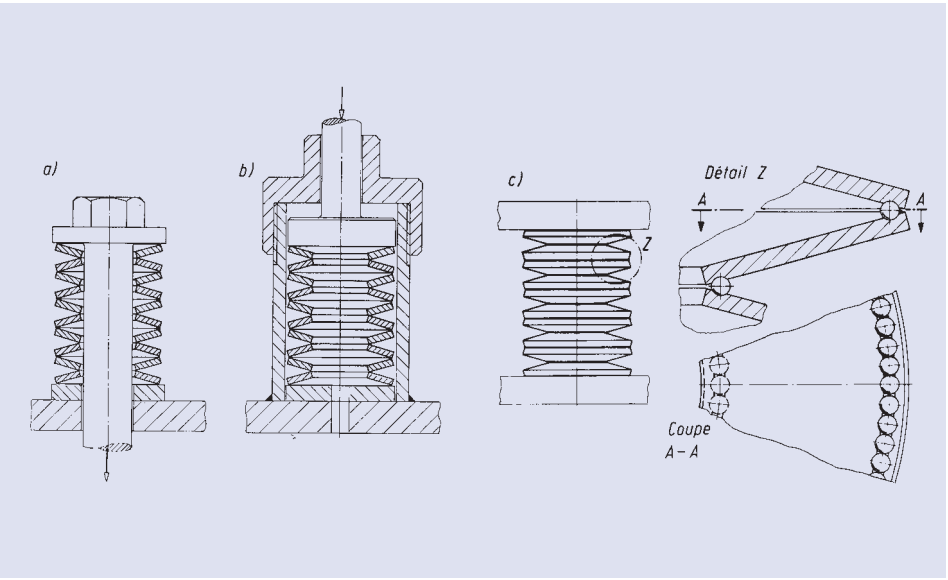


Fig. 3.19:
Différents guidages d'empilages

Pour une utilisation statique ou à faible alternance, l'utilisateur pourra adopter un guidage avec une dureté plus faible. L'application de la charge, sur un empilage, peut s'effectuer aussi bien sur le diamètre extérieur qu'intérieur. Il faut faire cependant attention au fait que l'application de la charge sur le diamètre intérieur génère des pressions superficielles plus élevées.

Ces deux types de guidages nécessitent un jeu T entre empilage de Rondelles Ressort et éléments de guidages *(fig. 3.20)* pour ne pas empêcher le refoulement du lubrifiant et assurer un guidage parfait. Dans le tableau 3.2. sont indiqués les jeux T en fonction du diamètre intérieur D_i en cas de guidage intérieur, ou en fonction du diamètre extérieur D_e dans le cas d'un guidage extérieur.

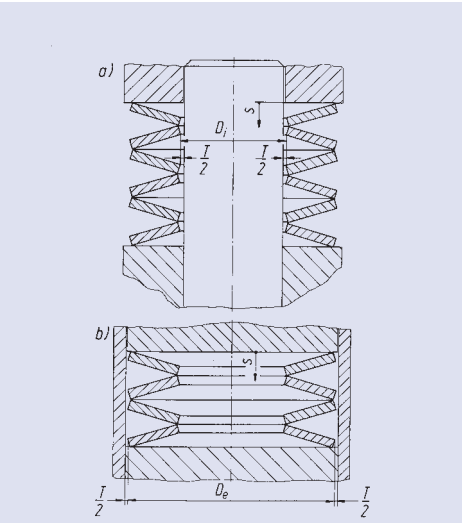


fig. 3.20:
Guidage des Rondelles Ressort (a) extérieur, intérieur (b), jeu T entre Rondelles Ressort et guide

Tableau 3.2:
Jeu total entre les Rondelles Ressort et guide

D_i ou D_e (mm)			Jeu total T (mm)
–	jusqu'à	16,0	0,2
au delà de 16	jusqu'à	20,0	0,3
au delà de 20	jusqu'à	26,0	0,4
au delà de 26	jusqu'à	31,5	0,5
au delà de 31,5	jusqu'à	50,0	0,6
au delà de 50	jusqu'à	80,0	0,8
au delà de 80	jusqu'à	140,0	1,0
au delà de 140	jusqu'à	250,0	1,6
au delà de 250	–		2,0

Empilages de Rondelles Ressort auto-centrés

Sur les empilages de Rondelles Ressort auto-centrés, on peut supprimer le guidage intérieur ou extérieur. En pratique, trois types d'empilages auto-centrés sont utilisés.

a) Empilage de Rondelles Ressort centré par billes

Sur leur diamètre intérieur et extérieur, les Rondelles Ressort présentent des rainures plates dans lesquelles reposent des billes en acier trempé. Le guidage des Rondelles Ressort est pratiquement sans frottement. On ne peut faire ce type de centrage par billes que sur des Rondelles Ressort de grandes dimensions.

fig. 3.21:
Empilage centré par billes

b) Empilage de Rondelles Ressort centré par un jonc

Un empilage ainsi centré constitue une alternative meilleur marché à l'empilage centré par billes. Ici des joncs métalliques remplacent les billes. Toutefois le frottement est légèrement plus important qu'avec les billes.

fig. 3.22:
Empilage centré par jonc

c) Autres moyens de centrage

Nous proposons d'autres altenatives pour centrer les empilages de Rondelles Ressort (bagues de support, anneau en T, etc.).

fig. 3.23:
Bague de support

Conception et théorie

3.2.5 Détermination de la contrainte admissible

La durée de vie des Rondelles Ressort dépend étroitement de la nature et de la durée des contraintes auxquelles elles sont soumises *(fig.3.24)*.

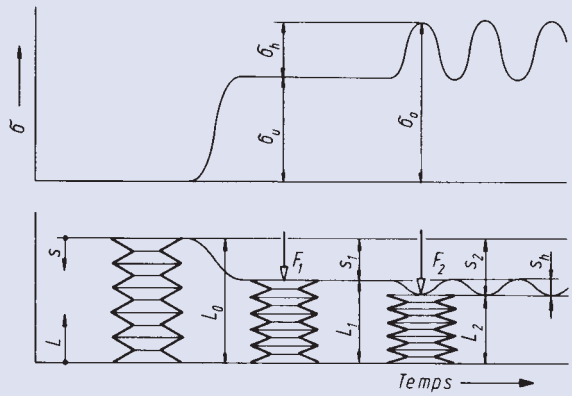


fig. 3.24:
Allure du mouvement en fonction du temps en cas d'effort oscillant. En haut: fonction contrainte/temps En bas: fonction flèche/temps

Nous distinguons trois cas d'effort:

a) statique ou rarement alterné, avec moins de 10^4 cycles pour toute la durée de vie prévue

b) alterné, dans les limites de résistance à la fatigue entre $10^4 < N < 2{\cdot}10^6$ cycles

c) oscillant, avec une durée de vie pratiquement illimitée $N > 2{\cdot}10^6$ cycles.

Cas a) La contrainte calculée la plus élevée, s'exerçant sur le bord intérieur supérieur de la Rondelle Ressort (point I), constitue le paramètre primordial dans l'évaluation des contraintes. La contrainte au point I est la plus grande contrainte existante et décide donc de la durée de vie. Avec des Rondelles Ressort, en acier affiné selon DIN 17221 et DIN 17222, la contrainte de compression calculée pour le point I dans la position plane $s_c = h_o$, ne doit pas dépasser les valeurs figurant au tableau 3.3.

En cas de contraines à plat théoriques plus élevées, une diminution permanente non négligeable de la hauteur du ressort peut intervenir sous charge. Si, pour des modèles spéciaux, les contraintes de compression théoriques maximales admissibles sont dépassées, il est nécessaire des vous avertir qu'éventuellement la stabilité de forme n'est plus garantie.

D_e/D_i	σ_{Ic} (N/mm²)
1,5	-2600
2,0	-3400
2,5	-3600

Tableau 3.3:
Contraintes à plat maximales admissibles

Cas b) et c) Pour les Rondelles Ressort à effort oscillant, les contraintes de traction calculées s'exerçant sur la face inférieure du ressort, constituent les paramètres les plus importants, puisque les ruptures de fatigue commencent toujours à l'un de ces points. Dans le cas de rupture due aux vibrations, ce qui est décisif est le point II ou III dans lequel apparaît la plus grande contrainte théorique provoquée par la course.

Précontrainte minimale

En cas de charge oscillante, il est nécessaire de monter les Rondelles Ressort avec un serrage initial suffisant au bord intérieur supérieur. Cela permet d'empêcher l'apparition, sur le point I, de fissures radiales pouvant être amorcées par les tensions internes de traction dues à la mise en bloc.

La contrainte de compression minimale théorique souhaitable, dans les conditions de fatigue existant pour les Rondelles Ressort selon la DIN, comme le montre l'expérience, est d'environ σ_I = -600 N/mm². Cela correspond à une flèche initiale de serrage de : $s_u \approx 0{,}15 \cdot h_o \ldots 0{,}20 \cdot h_o$.

Pour des Rondelles Ressort présentant de faibles contraintes à plat, une faible flèche initiale de serrage suffit, tandis que pour des Rondelles Ressort présentant de très grandes contraintes à plat, une flèche initiale de serrage plus grande est nécessaire.

Résistance aux efforts oscillants

Les diagrammes de résistance aux vibrations reproduits ci-après *(fig.3.25, 3.26, 3.27)* représentent des valeurs moyennes issues de longues années d'expérience acquises sur la base d'analyses faites avec les Rondelles Ressort Mubea. Ils donnent, dans chaque cas, la contrainte théorique admise sur la face inférieure de la Rondelle Ressort qui est déterminante pour la rupture due aux vibrations.

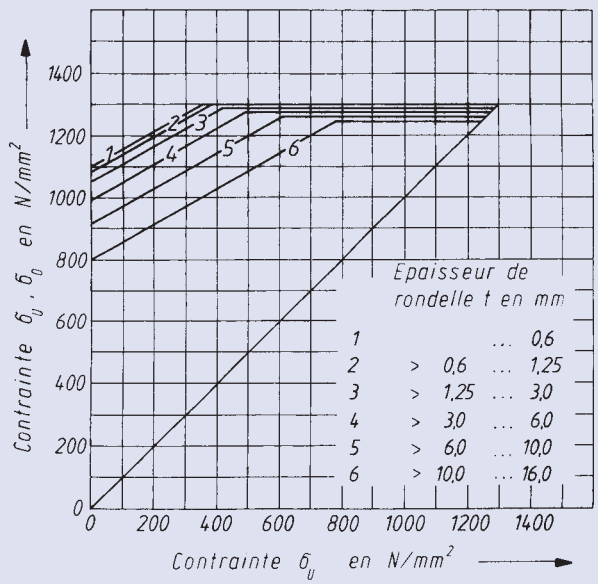


fig. 3.25:
Diagramme des résistances aux efforts alternés, pour N = 105 cycles

Ces diagrammes concernant les Rondelles Ressort des Groupes 2 et 3 en acier 50 CrV4 et le Groupe 1 en CK 67, garantissent à 99 % la durée de vie dans les conditions suivantes :

a) empilages alternés comportant au maximum 10 Rondelles Ressort simples
b) fonction flèche/temps sinusoïdale avec course constante et fréquence constante en deçà de la limite d'échauffement admissible suivant fig. 3.24
c) guidage impeccable sur une broche ou une douille, conforme aux prescriptions, ainsi que les surfaces, où s'exerce la charge aux extrémités de l'empilage, trempées et rectifiées

d) lubrification parfaite

e) température ambiante et atmosphère normale, c'est-à-dire pas de trop forte humidité dans l'air, pas de substances chimiques agressives, etc ...

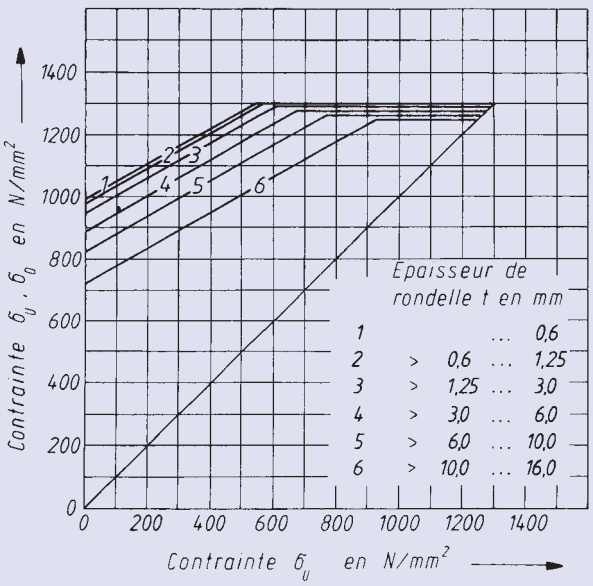


fig. 3.26:
Diagramme de résistance aux efforts alternés, pour N = 5 . 10⁵ cycles

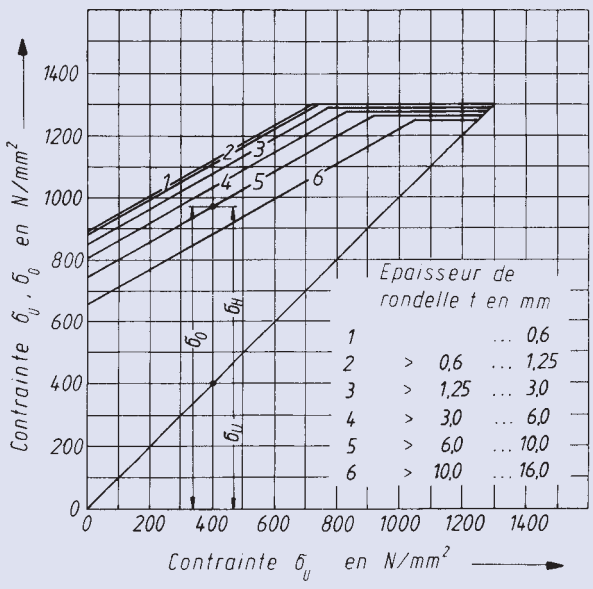


fig. 3.27:
Diagramme de résistance aux efforts alternés, pour N = 2 . 10⁶ cycles

... Des différences par rapport à ces paramètres d'essai peuvent pénaliser le nombre de cycles admissible. Ceci peut être dû particulièrement, lors d'un fonctionnement normal, aux variations de charge d'une lubrification défectueuse ou une détérioration par la corrosion de l'état de surface du guidage.

Plus le nombre de Rondelles Ressort augmente dans l'empilage, et plus le nombre de cycles diminue. Ceci est dû aux différences de course possible des Rondelles Ressort ou paquets de

Rondelles Ressort dans l'empilage. Un rôle déterminant est joué par:

| le frottement des Rondelles Ressort contre le guide

| le frottement entre elles des Rondelles Ressort en paquet.

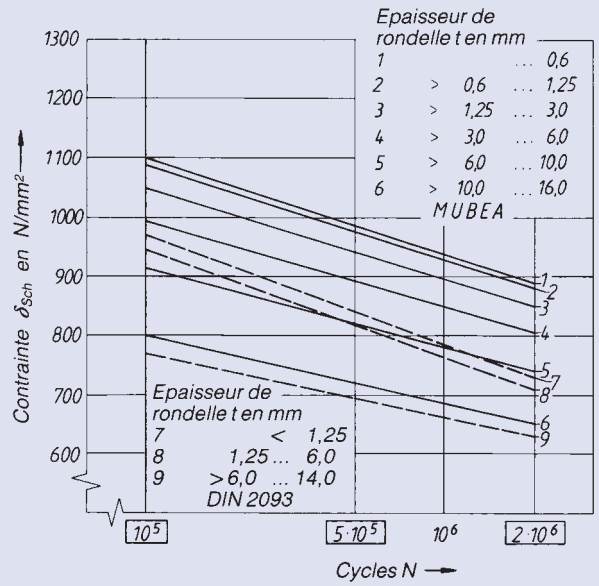


fig. 3.28:
Comparaison des diagrammes WÖHLER entre MUBEA et la norme DIN 2093

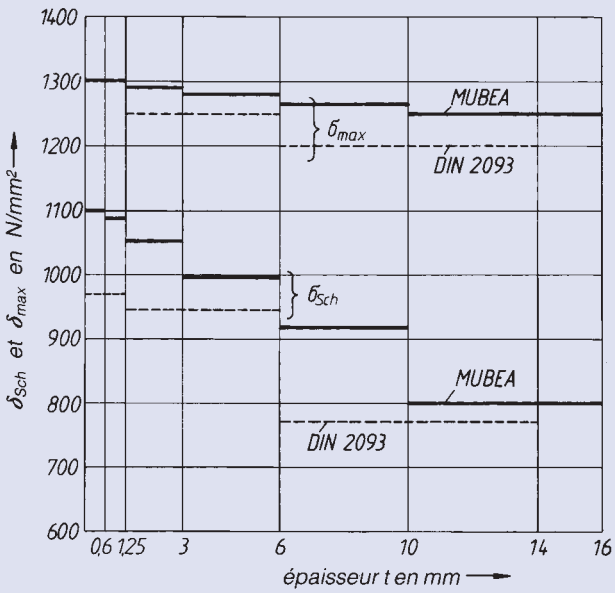


fig. 3.29:
Contraintes de seuil et contraintes maximales admissibles Comparaison entre MUBEA et la norme DIN 2093 pour N = 10^5

Les Rondelles Ressort Mubea peuvent accepter une charge dynamique considérable ainsi que des nombres de cycles bien supérieurs à ceux exigés par la norme DIN 2093. Cela se voit clairement lorsque l'on compare les diagrammes de résistance à l'oscillation, en prenant pour base les contraintes de seuil et les contraintes maximales admissibles, avec les valeurs correspondantes sur la norme *(fig. 3.28/3.29)*.

Conception et théorie

3.2.6 Relaxation et fluage

Toute Rondelle Ressort subit, avec le temps, une perte de sa force élastique. Suivant le type de charge des Rondelles Ressort, cela peut se traduire en relaxation ou en fluage.

On parle de relaxation si, la Rondelle Ressort étant comprimée à une longueur constante, il intervient, avec le temps, une réduction de force ΔF.

On parle de fluage si la Rondelle Ressort soumise à une charge constante, subit, avec le temps, une perte supplémentaire de longueur Δl, de sorte que sa hauteur l_o diminue.

Lors de l'utilisation, les paramètres suivants influent de façon prépondérante sur la relaxation ou le fluage:

1) valeur de la contrainte de charge exprimée par la valeur appropriée de σ_I
2) tensions internes résultant du procédé de mise en bloc lors de la fabrication
3) température de travail
4) résistance du matériau, en particulier pour les hautes températures (résistance thermique)
5) durée de compression

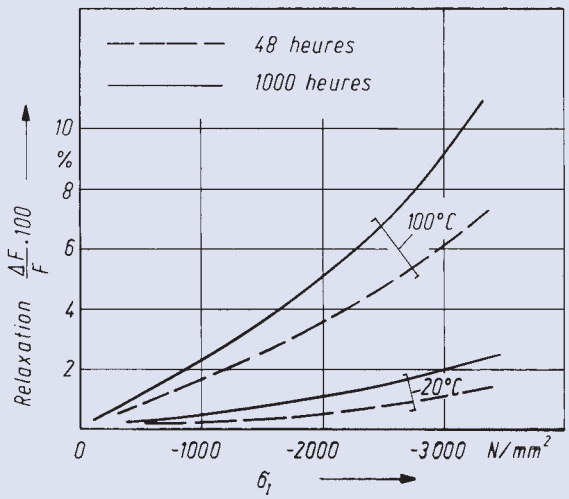


fig. 3.30:
Relaxation admissible des Rondelles Ressort en acier Ck selon EN 10132-4

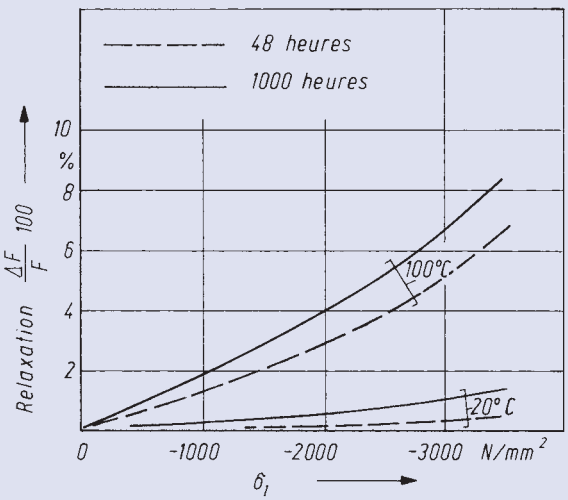


fig.3.31:
Relaxation admissible des Rondelles Ressort au chrome et chrome vanadium selon DIN 17221 et EN 10132-4w

Les Rondelles Ressort mises en bloc à chaud présentent sensiblement les mêmes contraintes internes superficielles que les Rondelles Ressort mises en bloc à froid. Mais elles ont une zone de plastification pénétrant plus profondément dans la matière, et de ce fait, une chute moindre des tensions internes. Il en résulte que leur tendance à la diminution permanente de hauteur est plus faible que pour les Rondelles Ressort mises en bloc à froid. Les valeurs de relaxation admissibles pour les Rondelles Ressort mises en bloc à froid sont données dans les figures 3.30 et 3.31. Dans le cas de températures de travail supérieures à 100 °C, consulter Mubea.

3.2.7 Frottement

Suivant la combinaison des Rondelles Ressort, la compression et la décompression (lors de la montée ou de la diminution de la charge) des Rondelles Ressort vont toujours de pair avec de plus ou moins grandes forces de frottement à tous les points de contact des rondelles entre elles, entre rondelles et broche de guidage ainsi qu'aux extrémités, sur les bords où agit la charge. Il en résulte un écart plus ou moins grand de la courbe caractéristique (à la compression ou la décompression) de la charge par rapport à la courbe théorique.

Frottement pour Rondelle Ressort seule

Selon la figure 3.32, les forces de frottement $\mu_R \cdot F(\mu_R)$ constituent, à la compression de la Rondelle Ressort, un moment s'opposant au moment de la charge, et augmente ainsi la force requise pour obtenir la flèche F(μR). Lors de la décompression, elles constituent un moment équivalent au moment de charge et réduisent donc la force antagoniste nécessaire.

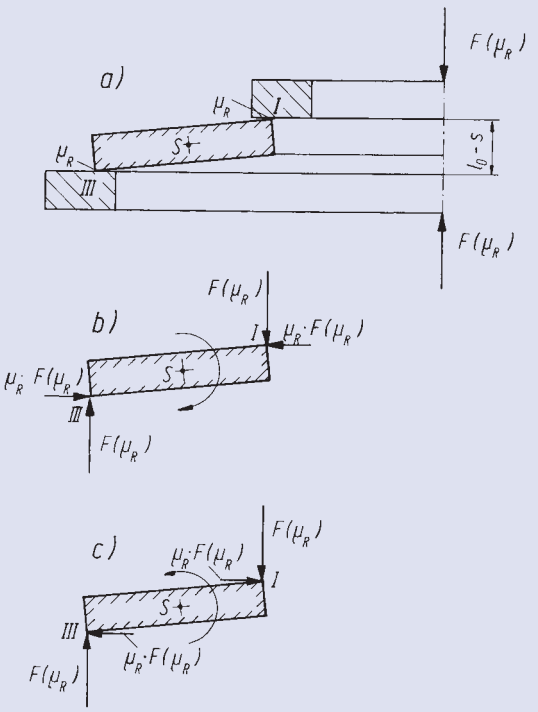


fig. 3.32:
Rondelle Ressort seule avec frottement aux angles
a) vue générale
b) compression
c) décompression

Les coefficients de frottement sont fonction aussi bien de l'état de surface des éléments sur lesquels agit la charge que des arrondis aux bords I et III des rondelles, ainsi que du lubrifiant employé.

Conception et théorie

Frottement dans les paquets de Rondelles Ressort

Lors de la compression élastique d'un paquet comportant «n» Rondelles Ressort, outre le frottement sur les angles aux extrémités du paquet, il apparaît, sur les surfaces en contact des rondelles se touchant, des forces radiales de frottement $\mu_M \cdot F(n, \mu_M)$, dirigées en sens opposé sur la face supérieure de la rondelle et sur la face inférieure *(fig. 3.33)*. Elles constituent ainsi «n» moments de frottement dirigés dans le sens opposé au moment de l'application de la charge, et qui augmentent donc la force requise pour obtenir la flèche. Lors de la décompression, les forces de frottement alors opposées se traduisent par une diminution de la force élastique.

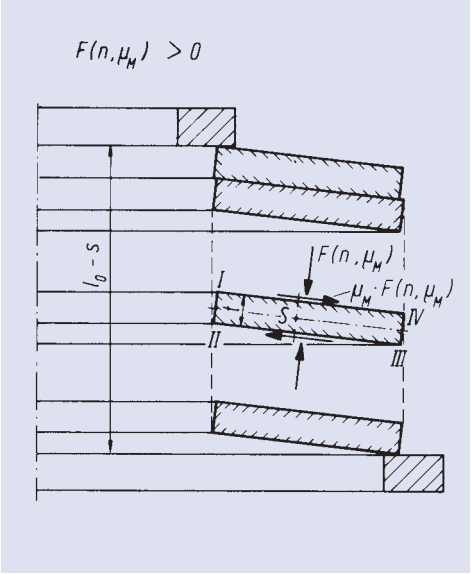


fig. 3.33:
Forces de frottement dans un paquet de Rondelles Ressort

Le pourcentage d'écart de la force est indépendant de la flèche. Des Rondelles Ressort plus épaisses (série A) permettent d'atteindre de plus grandes efficacités d'amortissement. Comme le montre l'expérience, l'augmentation du nombre de rondelles «n» dans le paquet s'accompagne d'un éloignement de la forme et du point d'origine de la courbe caractéristique inférieure, par rapport aux valeurs déterminées par le calcul *(fig. 3.34)*. C'est la conséquence de la somme des écarts des différentes rondelles par rapport à la forme idéale, aux défauts d'arrondi de la surface conique et aux écarts de la hauteur l_o.

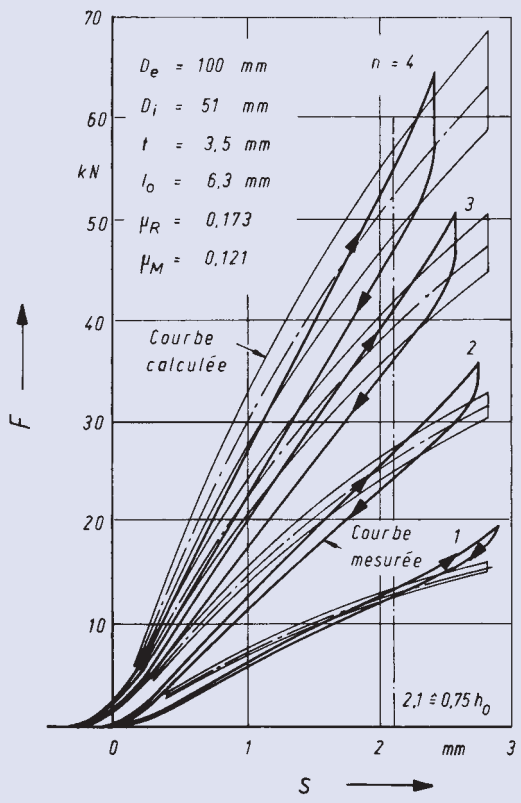


fig. 3.34:
Comparaison entre courbes caractéristiques mesurées et calculées pour une Rondelle Ressort seule ou pour des paquets de n = 2...4 rondelles

Ces écarts de forme ont également pour conséquence qu'après intervertion des positions des rondelles à l'intérieur du paquet, de même qu'après modification de la position angulaire des différentes rondelles dans le paquet, il peut apparaître des allures légèrement différentes de la courbe caractéristique. Mais en général, avec le temps, il s'établit une allure stationnaire des courbes de compression et de décompression de la charge.
Pour des raisons de sécurité, même les paquets simples de Rondelles Ressort sont guidés à l'intérieur ou à l'extérieur. En cas d'utilisation de Rondelles Ressort ayant un faible coefficient de frottement, les forces de frottement apparaissant éventuellement sont la plupart du temps négligeables par rapport aux forces de frottement qui viennent d'être mentionnées.

Frottement dans les empilages de Rondelles Ressort

Dans l'hypothèse d'utilisation de Rondelles Ressort à faible coefficient de frottement, c'est-à-dire exécutées avec un contour intérieur spécial, le frottement apparaissant entre broche de guidage et empilage de Rondelles Ressort est généralement très réduit. C'est pourquoi, dans les empilages alternées de Rondelles Ressort seules, il n'apparaît pratiquement plus de flèche irrégulière pour les différentes rondelles de l'empilage, et de ce fait de ruptures prématurées par suite de fatigue excessive des Rondelles Ressort du côté mobile de l'empilage.

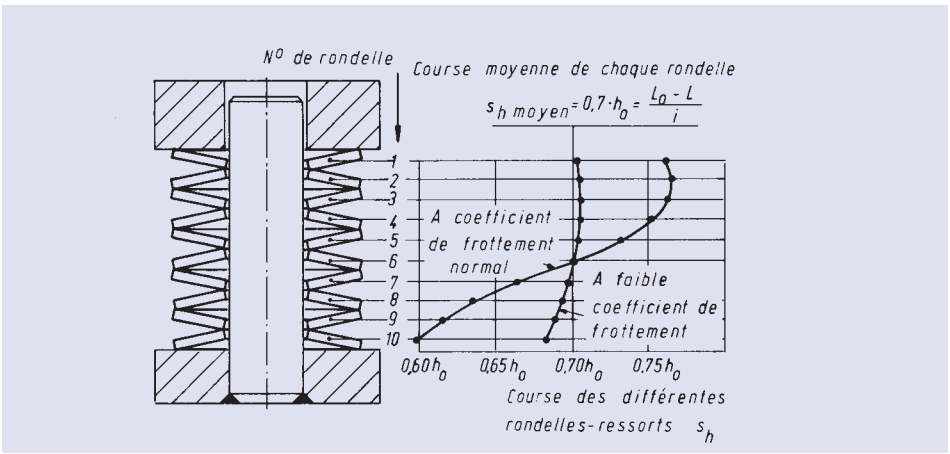
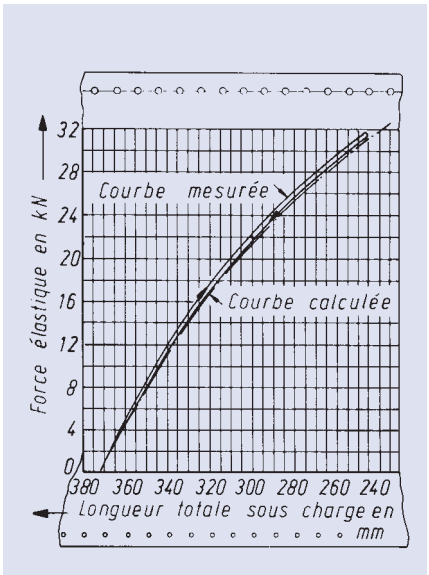


fig. 3.35:
Courses des différentes Rondelles Ressort dans l'empilage, en fonction du profil de l'alésage



La figure 3.35 représente l'amélioration de la répartition de la flèche dans l'empilage en cas d'utilisation de Rondelles Ressort ayant un faible coefficient de frottement. Les courbes caractéristiques mesurées à la compression et à la décompression, pour de tels empilages de Rondelles Ressort, ne se différencient guère l'une de l'autre, ni de la courbe déterminée par le calcul *(fig.3.36)*. En cas d'utilisation de paquets de rondelles dans l'empilage, ces conditions quasi idéales ne sont plus valables.
Une différence d'une Rondelle Ressort par rapport à la forme géométrique idéale entraîne des décalages transversaux de cette rondelle ressort sur une autre. Il s'en suit un frottement important sur

fig. 3.36:
Comparaison entre les courbes caractéristiques mesurées et calculées pour un empilage alterné de 10 Rondelles Ressort

Conception et théorie

le guidage. Les Rondelles Ressort subissant une telle poussée transversale se trouvent du côté en mouvement de l'empilage, les forces d'appui provoquent, à cause de l'allongement des flèches, un plus grand frottement. C'est pourquoi il convient de souligner que l'utilisation de paquets de Rondelles Ressort dans des empilages alternés peut provoquer des flèches irrégulières, et, lors de fréquences élevées, une températures de travail relativement haute. Il en résulte une diminution de la durée de vie des empilages de Rondelles Ressort.

3.3 Symboles, caractères de cotes, descriptions et unités

D_e	Diamètre extérieur, en mm	Δl	Perte de longueur due au fluage, en mm
D_i	Diamètre intérieur, en mm	N	Nombre de cycles avant rupture
D_o	Diamètre du cercle du centre de retournement, en mm	R	Taux d'élasticité, en N/mm
E	Module d'élasticité, en N/mm²	T	Jeu total, en mm
F	Force élastique d'une Rondelle Ressort seule sans surfaces d'appui, en N	W	Travail de la Rondelle Ressort, en N/mm
F_1, F_2, F_3	Forces élastiques correspondant aux flèches S_1, S_2, S_3, en N	h_o	Flèche jusqu'à la position plane en cas de Rondelles Ressort sans surfaces d'appui ho = lo – t = sc , en mm
F_c	Force élastique calculée pour une Rondelle Ressort mise à plat, en N	i	Nombre de Rondelles Ressort simples ou de paquets de Rondelles Ressorts constituant un empilage
F_{tot}	Force élastique d'une Rondelle Ressort seule, ou d'un paquet de Rondelles Ressort ou d'un empilage alterné de Rondelles Ressort , en N	l_o	Hauteur de la Rondelle Ressort seule à l'état libre, en mm
ΔF	Diminution de force suite à la relaxation, en N	n	Nombre de Rondelles Ressort disposées dans le même sens et formant un paquet
L_o	Longueur de l'empilage de Rondelles Ressort ou du paquet de Rondelles Ressort à l'état libre, en mm	s	Flèche de la Rondelle Ressort seule sans surfaces d'appui, en mm
L_1, L_2, L_3	Longueur de l'empilage de Rondelles Ressort ou du paquet de Rondelles Ressort, sous la charge correspondant aux forces élastiques F_1, F_2, F_3, en mm	s_1, s_2, s_3	Flèches correspondant aux forces élastiques F_1, F_2, F_3 ,en mm
L_c	Longueur calculée de l'empilage de Rondelles Ressort ou du paquet de Rondelles Ressort à l'état plat, en mm	s_{tot}	Flèche de l'empilage de Rondelles Ressort ou du paquet de Rondelles Ressort. Valeur maximale recommandée : s_{tot} =0,8 . (Lo-Lc), en mm

t	Epaisseur de la Rondelle Ressort seule dans le cas de Rondelles Ressort sans surfaces d'appui, en mm		ses à des fatigues, due aux alternances, en N/mm²
t'	Epaisseur réduite de la Rondelle Ressort seule dans le cas de Rondelles Ressort avec surfaces d'appui, en mm	σ_h	Valeur calculée de la contrainte provoquée par la course $\sigma_h = \sigma_o - \sigma_u$, correspondante, dans le cas de Rondelles Ressort soumises à des fatigues, due aux alternances, en N/mm²
φ_o	Angle de course	σ_O	Contrainte supérieure admissible, d'après les diagrammes pour fatigues, due aux alternances, en N/mm²
μ	Nombre de POISSON	σ_U	Contrainte inférieure admissible, d'après les diagrammes pour fatigues, due aux alternances, en N/mm²
μ_M, μ_R	Coefficients de frottement de COULOMB	σ_H	Résistance mécanique $\sigma_H = \sigma_O - \sigma_U$ pour la course admissible, d'après diagrammes pour fatigues, due aux alternances, en N/mm²
$P_ü$	Probabilité de durée de vie	σ_t	Contrainte tangentielle, en N/mm²
σ	Contrainte calculée, en N/mm²	( )'	Toutes les dimensions pourvues du signe „prime" F', s', h_o', t',d_e', d_i' etc. se rapportent à des Rondelles Ressort avec surfaces d'appui
σ_{max}	Contrainte maxi en charge, en N/mm²	W	Travail de la Rondelle Ressort en N/mm
σ_{Sch}	Contrainte de seuil, en N/mm²		
σ_I, σ_{II}, σ_{III}, σ_{IV}, σ_{OM}	Contraintes calculées pour les zones de section I, II, III, IV et OM, en N/mm²		
σ_o	Contrainte supérieure calculée, dans le cas de Rondelles Ressort soumises à des fatigues, due aux alternances, en N/mm²		
σ_{Ic}	Contrainte calculée au point I, Rondelles Ressort à plat, en N/mm²		
σ_u	Contrainte inférieure calculée, dans le cas de Rondelles Ressort soumi-		

Tolérances

4.1 Tolérances générales
4.2 Contrôle d'effort des Rondelles Ressort
| Rondelle Ressort seule
| Empilage de Rondelles Ressort

Tolérances

4.1 Tolérances générales

Les tolérances admissibles indiquées dans les tableaux 4.1 et 4.2 relatives à la géométrie des Rondelles Ressort, à leur force et leur dureté, sont valables pour tout le programme de fabrication. En fabrication normalisée, la tolérance pour le diamètre extérieur ou intérieur correspond à h_{12} ou H_{12}. Si, pour des cas particuliers, sont demandées des tolérances plus serrées, consulter Mubea.

	Epaisseur de la rondelle ressort t ou t' (mm)	Tolérances d'épaisseur de la rondelle ressort t (mm)	Tolérances de hauteur libre l_o (mm)	Tolérances d'effort pour F par l_o-s avec s = 0.75 h_o (%)	Dureté (HRC)
Groupe 1 sans surfaces d'appui	0,2 à 0,6	+ 0,02 - 0,06	+ 0,10 - 0,05	+ 25 - 7,5	42-52
	Sup. 0,6 à inf. 1,25	+ 0,03 - 0,09			
Groupe 2 sans surfaces d'appui	1,25 à 2,0	+ 0,04 - 0,12	+ 0,15 - 0,08	+15 - 7,5	
	Sup. 2,0 à 3,0		+ 0,20 - 0,10		
	Sup. 3,0 à 3,8		+ 0,30 - 0,15	+ 10 - 5	
	Sup. 3,8 à 6,0	+ 0,05 - 0,15			
Groupe 3 avec surfaces d'appui	Sup. 6,0 à 15	± 0,10	± 0,30	± 5	
	Sup. 15 à 25	± 0,12	± 0,50*		
	Sup. 25 à 40	± 0,15	± 1,0*		

*ne concerne que les Rondelles Ressort ayant un rapport $D_e/t \leq 20$

Tableau 4.1: Tolérances admissibles pour épaisseur, hauteur libre, effort et dureté des Rondelles Ressort

Dans le cas d'un rapport $D_e/t > 20$, une modification de la hauteur totale est possible. Pour ce cas, consulter Mubea.

Diamètre extérieur D_e, Diamètre intérieur D_i			
	Tolérances admissibles		
D_e ou D_i (mm)	D_e h_{12} (mm)	D_i H_{12} (mm)	Concentricité au D_e (mm)
3 à 6	0 à −0,12	0 à +0,12	0,15
> 6 à 10	0 à −0,15	0 à +0,15	0,18
> 10 à 18	0 à −0,18	0 à +0,18	0,22
> 18 à 30	0 à −0,21	0 à +0,21	0,26
> 30 à 50	0 à −0,25	0 à +0,25	0,32
> 50 à 80	0 à −0,30	0 à +0,30	0,60
> 80 à 120	0 à −0,35	0 à +0,35	0,70
> 120 à 180	0 à −0,40	0 à +0,40	0,80
> 180 à 250	0 à −0,46	0 à +0,46	0,92
> 250 à 315	0 à −0,52	0 à +0,52	1,04
> 315 à 400	0 à −0,57	0 à +0,57	1,14
> 400 à 500	0 à −0,63	0 à +0,63	1,26
> 500 à 600	0 à −0,68	0 à +0,68	1,36

Tableau 4.2: Tolérances admissibles du diamètre et de la concentricité des Rondelles Ressort

4.2 Contrôle d'effort des Rondelles Ressort

Rondelle Ressort seule

Sauf indication contraire, la force statique F d'une Rondelle Ressort unitaire sera contrôlée à une longueur telle que

l = hauteur théorique l_o – 0,75 · flèche théorique h_o

La mesure se fait , en principe, lors de la compression de la Rondelle Ressort. Les plaques de pression à poser, sur et sous la rondelle, doivent être trempées, rectifiées, polies et légèrement huilées. Dans les applications courantes, les tolérances de la force nominale F (0,75 h_o) figurant dans le tableau 4.1 sont applicables. Si l'on souhaite des tolérances plus serrées, consulter Mubea. Pour des rapports de diamètres D_e/D_i ~ 1,8 (modèle spécial), il faut compter avec des tolérances de force plus importantes que celles figurant dans le tableau 4.1. En cas de dimensions hors normes, les tolérances de force sont à définir avec Mubea.

Empilage de Rondelles Ressort

Le contrôle de l'écart des forces de la courbe caractéristique lors de la compression, par rapport à la courbe de décompression, s'effectue avec un empilage de 10 Rondelles Ressort disposées en sens alterné. Les rondelles doivent être guidées par une broche de guidage selon le paragraphe 3.2.4.

Au montage, les rondelles unitaires doivent être posées alternativement l'une en contact côté gauche, l'autre en contact côté droit avec la broche de guidage afin de donner les frottements les plus défavorables. Cela ne s'applique pas aux dimensions spéciales pour lesquelles le point de retournement S se trouve au dessous du plan formé par le cercle des angles.(A ce sujet nous vous renvoyons au Brevet Mubea 1 273 267). Dans de tels cas, il convient de se mettre d'accord sur des données spécifiques.

Les plaques de pression des extrémités doivent correspondre aux conditions du paragraphe précédent.

L'empilage de Rondelles Ressort doit être comprimé d'au moins $L_o – 8 \cdot h_o$ à $L_o – 7{,}5 \cdot h_o$, la force élastique de la courbe de décompression doit être équivalente au moins au pourcentage de force élastique de la courbe respective représentant la compression donnée par le tableau 4.3. *(fig.4.1)*.

Groupe	Série		
	A	B	C
1	90,0		85,0
2	92,5		87,5
3	95,0		90,0

Tableau 4.3:
Pourcentage de valeur minimale de la force élastique lors de la décompression rapporté à la force élastique respective lors de la compression avec L_o - 7,5 · h_o

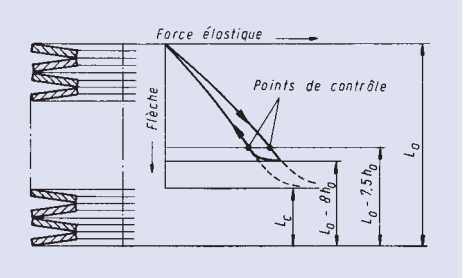


Fig.4.1:
Points de contrôle sur la courbe de compression et la courbe de décompression de la charge

Matières et protection anticorrosion

5.1 Matières
5.1.1 Matières standard
5.1.2 Matières résistant à la corrosion
5.1.3 Matières pour températures élevées
5.1.4 Matières amagnétiques et résistant à la corrosion
5.1.5 Matières résistant à très hautes températures

5.2 Protection contre la corrosion
5.2.1 Phosphatation
5.2.2 Protection galvanique
5.2.3 Zingage mécanique
5.2.4 Revêtements Delta-Tone/Delta-Seal
5.2.5 Dacrométisation
5.2.6 Nickelage chimique

Matières et protection anticorrosion

5.1 Matières

Les Rondelles Ressort Mubea satisfont aux exigences les plus pointues quant à l'endurance et à la relaxation. Le choix des matières utilisées influe de manière prépondérante sur ces propriétés. Les applications standard emploient les matières élastiques Ck 67 et 50 CrV 4. Ces dernières se distinguent par leur haute efficience et sont utilisées pour les Rondelles Ressort du Groupe 1 (Ck 67) et des Groupes 2 et 3 (50 CrV 4).

En cas d'exigences particulières

- de résistance à la corrosion
- de résistance aux températures basses ou élevées
- d'amagnétisme

des matières particulières devront être utilisées.

Les tableaux ci-après renseignent sur les propriétés des matières employées par Mubea.

D'une manière générale, nous attirons l'attention sur le fait que les modules d'élasticité figurant dans les tableaux 5.1 et 5.3 sont des valeurs déterminées expérimentalement et ne peuvent servir qu'à titre indicatif. Ces valeurs ont pour but de montrer comment la courbe de la Rondelle Ressort change au fur et à mesure que la température d'utilisation augmente par rapport à la température ambiante. Le tableau 5.2 contient, pour les matières citées, les valeurs indicatives de composition chimique.

Tableaux 5.1, 5.2 et 5.4, voir volet dépliant

Utilisation	Matière	Numéro de matière	Module d'élasticité à 20° C (N/mm²)	Epaisseur maxi. (mm)
Utilisation standard	Ck 67 50 CrV 4	1.1231 1.8159 [1]	206.000 206.000	1,25 25
Epaisseur importante	51 CrMoV 4	1.7701	206.000	40
Résistance à la corrosion	X 12 CrNi 17 7 X 7 CrNiAl 17 7 X 5 CrNiMo 18 10	1.4310 [3] 1.4568 1.4401	190.000 200.000 190.000	2 2,5 1,6
Résistance à la chaleur	X 35 CrMo 17 X 30 WCrV 5 3 X 22 CrMo V 12 1	1.4122 1.2567 1.4923	209.000 206.000 209.000	8 20 8
Amagnétisme et résistance à la corrosion	CuBe 2 NiBe 2	2.1247 2.4132	135.000 200.000	3 3
Haute résistance à la chaleur	Inconel 718 Inconel X 750 Nimonic 90	2.4668 2.4669 2.4969	200.000 214.000 206.000	8 8 8

1) Matière n° 1.8159 désigne aussi matière 51 CrV 4 2) Si mise en bloc à chaud: jusqu'à 200 °C environ 3) Matière n° 1.4310 désigne aussi matière X10 CrNi 18.8
* Excellent, sur stock. **12-14 semaines ***14-16 semaines

Désignation	Numéro de matière	Composition chimique en % pondérés (valeurs indicatives)							
		C	Si	Mn	P ≤	S ≤	Cr	Mo	Ni
Ck 67	1.1231	0,69	0,25	0,75	0,035	0,035			
50 CrV 4	1.8159	0,51	0,28	0,90	0,035	0,035	1,05		
51 CrMo 4	1.7701	0,52	0,28	0,90	0,035	0,035	1,05	0,20	
X 12 CrNi 17 7	1.4310	≤ 0,12	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	0,030	17,00		8,00
X 7 CrNiAl 17 7	1.4568	≤ 0,09	≤ 1,0	≤ 1,0	0,045	0,030	17,00		7,13
X 5 CrNiMo 18 10	1.4401	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	0,045	0,030	17,50	2,25	12,00
X 35 CrMo 17	1.4122	0,38	≤ 1,0	≤ 1,0	0,045	0,030	16,50	1,10	≤ 1,0
X 30 WCrV 5 3	1.2567	0,30	0,25	0,30	0,035	0,035	2,35		
X 22 CrMoV 12 1	1.4923	0,22	0,30	0,50	0,035	0,035	12,00	1,00	0,50
Cu Be 2	2.1247								*
Ni Be 2	2.4132								> 96
Inconel 718 (Ni Cr 19 Nb Mo)	2.4668	0,03	≤ 0,35	≤ 0,35	0,015	0,015	17,00	2,80	50,00
Inconel X 750 (Ni Cr 15 Fe 7 Ti Al)	2.4669	≤ 0,08	≤ 0,5	≤ 1,0			15,50		≤ 70
Nimonic 90 (Ni Cr 20 Co 18 Ti)	2.4969	0,09	≤ 1,0	≤ 1,0		0,015	19,50		Rest

* = Ni + Co: 0,2-0,6%

DIN		Normes Internationales			
Désignation	Numéro de matière	France AFNOR	Gde Bretagne B.S.	Fédération de Russie GOST	Italie UNI
Ck 67	1.1231	XC 68	060 A 67	70	C 70
50 CrV 4	1.8159	50 CV 4	735 A 50	50ChGFA	50 CrV 4
51 CrMo 4	1.7701	51 CDV 4	-	-	51 CrMoV 4
X 12 CrNi 17 7	1.4310	Z 12 CN 17.07	301 S 21	-	X 12 CrNi 1707
X 7 CrNiAl 17 7	1.4568	Z 8 CNA 17.07	301 S 81	09Ch17N7Ju1	-
X 5 CrNiMo 18 10	1.4401	Z 6 CND 17.11	316 S 16 316 S 31	-	X 5 CrNiMo 1712
X 35 CrMo 17	1.4122	-	-	-	X 35 CrMo 17
X 30 WCrV 5 3	1.2567	-	-	-	-
X 22 CrMoV 12 1	1.4923	-	-	-	X 22 CrMoV 121
Cu Be 2	2.1247	-	-	-	-
Ni Be 2	2.4132	-	-	-	-
Inconel 718 (Ni Cr 19 Nb Mo)	2.4668		-	-	-
Inconel X 750 (Ni Cr 15 Fe 7 Ti Al)	2.4669	NC 15 TNbA	HR505	-	-
Nimonic 90 (Ni Cr 20 Co 18 Ti)	2.4969	NC 20 KTA	2HR2 2HR202	-	-

Plage de températures (°C)	Délai d'approvisionnement	Domaines d'applications
-10 à 100 -20 à 150 [2)]	* *	Constructions techniques, constructions mécaniques, industrie automobile
-20 à 150	*	Constructions techniques
-150 à 200 -200 à 200 -200 à 200	* ** ***	Industrie agroalimentaire Industrie chimique
-60 à 300 -60 à 350 -60 à 350	*** *** ***	Chaudières, centrales électriques Fours, industrie chimique
-250 à 150 -200 à 350	*** ***	Electro-industrie, très basses températures Semi-conducteurs, satellites
-200 à 500 -200 à 500 -200 à 600	** *** ***	Chaudières, fours Industrie chimique

Tableau 5.1:
Valeurs indicatives des matières utilisées pour les Rondelles Ressort

V	W	Al	Ti	Be	Cu	Co	Fe	Nb
0,15								
0,10								
		1,13						
0,60	4,25							
0,30								
				1,95	Reste	*		
				1,75				
		0,40	0,65		≤ 0,1	≤ 1,0		4,75
		0,70	2,50		≤ 0,5		7,00	0,95
		1,40	2,35		≤ 0,2	16,50	≤ 2,0	

Tableau 5.2:
Valeurs indicatives de la composition chimique des différentes matières

	Japon JIS	Suède SS	Espagne UNE	USA AISI/SAE
	-	1770	-	1070
	SUP 10	2230	F.1430	6150
	-	-	-	-
	SUS 301	2331	F.3517	301
	SUS 631	2388	-	631
	SUS 316	2347	F.3543 F.3534	316
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	- -
	-	-	-	AMS 5598A
	-	-	-	AMS 5829

Tableau 5.4:
Comparaison des désignations des matières selon DIN et les différentes normes nationales

Désignation	Numéro de matière	Module d'élasticité (kN/mm²) à 20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C
Ck 67	1.1231	206	202						
50 CrV 4	1.8159	206	202	196					
51 CrMo 4	1.7701	206	202	196					
X 12 CrNi 17 7	1.4310	190	185	178					
X 7 CrNiAl 17 7	1.4568	200	195	190					
X 5 CrNiMo 18 10	1.4401	190	185	178					
X 35 CrMo 17	1.4122	209	205	199	192				
X 30 WCrV 5 3	1.2567	206	202	196	189	178			
X 22 CrMoV 12 1	1.4923	209	205	200	193				
Cu Be 2	2.1247	135	131	126					
Ni Be 2	2.4132	200	195	189	182	176			
Inconel 718 (Ni Cr 19 Nb Mo)	2.4668	200	196	190	186	179	172		
Inconel X 750 (Ni Cr 15 Fe 7 Ti Al)	2.4669	214	207	198	190	179	170		
Nimonic 90 (Ni Cr 20 Co 18 Ti)	2.4969	206	201	195	189	181	175	167	160

Tableau 5.3:
Variation du module d'élasticité par rapport à la température (valeurs indicatives pour détermination)

Procédés	Structure du revêtement	Epaisseur de la couche (µm)	Résultat au test de brouillard salin selon DIN 50 021
Phosphatation	Phosphate de zinc+ huile	10-15	
Phosphatation ciré	Phosphate de zinc+ cire	10-40	
Zingage électrolytique	Zinc	≥ 8	
Zingage électrolytique	Zinc	≥ 12	
Zingage électrolytique + chromatage jaune	Zinc + Chrome	≥ 8	
Zingage électrolytique + chromatage jaune	Zinc + Chrome	≥ 12	
Zingage mécanique	Zinc	≥ 12	
Zingage mécanique + chromatage jaune	Zinc + Chrome	≥ 12	
Delta-Tone	Phosphate de zinc+ poudre de zinc	10–15	
Delta-Seal	Phosphate de zinc couche organique + huile	10–15	
Dacromet 500-A	Lamelles de zinc chromatées	≥ 5	
Dacromet 500-B	Lamelles de zinc chromatées	≥ 8	
Nickelage chimique	Nickel	ca. 25	

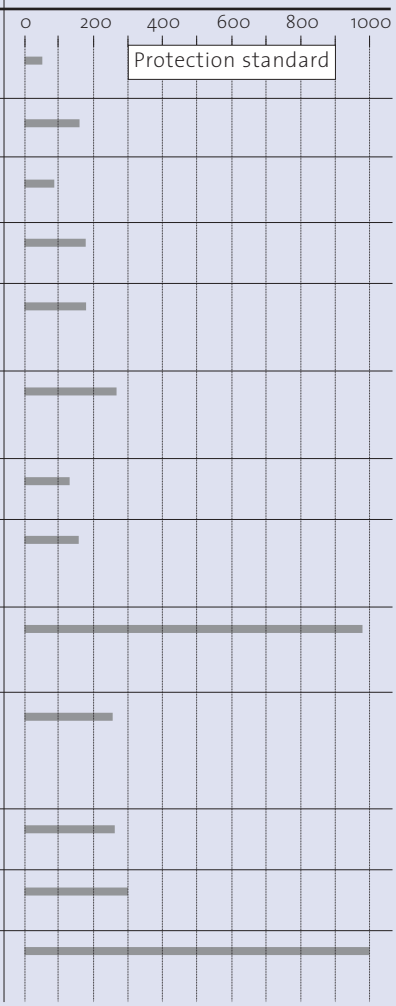


Tableau 5.5:
Comparaison des différents procédés anticorrosion (valeurs indicatives)

Matières et protection anticorrosion

5.1.1 Matières standard

Ck 67 (1.1231)

Matière d'un prix avantageux dans le cas de faibles sollicitations, cet acier à ressort sert exclusivement à la fabrication des Rondelles Ressort du Groupe 1 (épaisseur de la Rondelle Ressort <1,25 mm), conformément à la DIN 2093. Pour des cas spéciaux (sur demande client), cet acier peut être utilisé jusqu'à une épaisseur de 4 mm maximum

50 CrV 4 (1.8159)

L'alliage 50 CrV 4 constitue la matière classique des Rondelles Ressort. Ses caractéristiques confèrent aux Rondelles Ressort d'excellentes propriétés dans la plage des températures de –15 à +150°C. L'acier fin peut être utilisé jusqu'à –25°C (entraînant une durée de vie moindre) et jusqu'à +200°C (par une mise en bloc à chaud de la Rondelle Ressort). Sa relaxation est bien moindre que celle des aciers non alliés.

51 CrMoV 4 (1.7701)

Le 51 CrMoV 4 a des propriétés similaires à celles du 50 CrV 4. En raison de l'addition de molybdène, le 51 CrMoV 4 peut être trempé à cœur sans problème jusqu'à 40 mm d'épaisseur. Grâce à sa haute ténacité, la matière 51 CrMoV 4 a de meilleures propriétés que le 50 CrV 4 dans la plage de 0° à –20°C.

5.1.2 Matières résistant à la corrosion

En raison de la forte teneur en nickel de leur alliage, les matières résistant à la corrosion présentent à l'état de départ un réseau cristallin austénitique, c'est-à-dire qu'elles ne se laissent pas tremper ni revenir selon un procédé martensitique ou bainitique. Contrairement aux matières standard pouvant être affinées, les aciers à ressort résistant à la corrosion obtiennent leur résistance mécanique par la formation d'une solution solide, par écrouissage au laminage (voir DIN 17 224) et trempe par précipitation (X 7 CrNiAl 17 7). Une résistance mécanique suffisante pour ressorts n'est atteinte qu'après un certain degré de déformation au laminage. En raison de l'écrouissage lors du laminage, les épaisseurs maximales de la matière se heurtent donc à des limites étroites. Les ressorts en matières résistant à la corrosion peuvent aussi être utilisés à des températures extrêmement basses. Par contre, avec des températures au delà de 200°C, la résistance mécanique conférée par le laminage à froid est de nouveau annulée lors du processus de restauration.

X 12 CrNi 17 7 (1.4310)

L'acier au chrome nickel X 12 CrNi 17 7 selon DIN 17 224 est souvent utilisé pour les Rondelles Ressort devant résister à la corrosion. La résistance mécanique du X 12 CrNi 17 7 s'obtient par laminage à froid. L'épaisseur maximum de la matière des Rondelles Ressort est donc limitée à 2,0 mm. L'écrouissage à froid génère une aimantation plus ou moins marquée.

X 7 CrNiAl 17 7 (1.4568)

Conformément à DIN 17 224, le X 7 CrNiAl 17 7 est un acier ressort trempable par précipitation et résistant à la corrosion. Il doit sa résistance mécanique tant au formage à froid qu'à la précipitation. A l'état doux, l'acier X 7 CrNiAl 17 7 est nettement magnétique. Cette aimantation augmente encore sous l'effet du formage à froid.

X 5 Cr Ni Mo 18 10 (1.4401)

Cet acier se distingue par sa bonne résistance à la corrosion et par une très faible aimantation.

5.1.3 Matières pour températures élevées

Les matières résistant à chaud sont des aciers affinables martensitiquement. Comme ils sont fortement alliés, ils présentent, dans des gammes de températures assez élevées, une stabilité au fluage nettement meilleure que les matières standard. Les températures supérieures d'utilisation données dans le tableau 5.1 sont valables pour le cas où les matières sont soumises de façon continue à température. Pendant une courte durée (environ une heure) les Rondelles Ressort peuvent être exposées à des températures plus élevées de 100°C sans qu'intervienne une modification de leur propriétés. Lors de la conception de la Rondelle Ressort, il convient de considérer que le module E baisse quand la température monte, et augmente à basse température. C'est ainsi qu'à température élevée une Rondelle Ressort a une force plus faible que ne le détermine le calcul pour la température ambiante.
Signalons au sujet des Rondelles Ressort fabriquées dans les aciers résistant à chaud ci-après, l'éventualité d'une rupture prématurée par fragilisation.

X 35 CrMo 17 (1.4122)

Le X 35 CrMo 17 doit sa haute résistance à la chaleur par l'adjonction de molybdène. Différentes normes désignent ce matériau comme résistant à la corrosion. Pour les Rondelles Ressort, qui elles demandent une résistance mécanique, cela entraîne une faible résistance à la corrosion. Cette résistance est nulle dans un environnement maritime ou dans des fluides assimilables à l'eau de mer.

X 22 CrMoV 12 1 (1.4923)

Cette matière est un acier au chrome tenant à la température, contenant du molybdène et du vanadium, traitable par trempe et revenu, pour des températures entre –60 et + 350°C. L'acier fin X 22 CrMo 12 1 peut présenter une rupture par fragilisation prématurée.

5.1.4 Matières amagnétiques et résistant à la corrosion

La résistance mécanique de ces matières leur est conférée par durcissement structurant. Elles sont en même temps amagnétiques et résistent à la corrosion.

CuBe 2 (2.1247)

Le CuBe 2 est particulièrement bien approprié à l'utilisation à températures extrêmement basses. Le module E, par comparaison avec les autres matières, ne permet que des forces nettement plus faibles que les forces habituelles. Le CuBe 2 présente en outre une bonne conductibilité électrique.

NiBe 2 (2.4132)

Outre les propriétés mentionnées ci-dessus, le NiBe 2 présente aussi des conditions exceptionnelles pour son utilisation à des températures assez élevées. Les températures figurant dans le tableau 5.1. peuvent être dépassées de 100°C pendant une courte durée.

5.1.5 Matières résistant à très hautes températures

Elles sont sensibles au traitement thermique et présentant une très forte ténacité, elles garantissent une très bonne endurance. Il convient, lors de la conception des Rondelles Ressort, de prendre en considération la faible résistance à la traction et le rapport limite élasticité/résistance à la rupture, moins favorable en comparaison avec d'autres matières ressort. Sinon il y a lieu de compter sur une perte de charge importante.

Il ne peut être donné une température déterminée comme limite supérieure d'utilisation. Le fluage de la matière sous charge provoque une diminution de la hauteur du ressort. Ce fluage est fonction de la température, du temps et de la contrainte. La Rondelle Ressort peut, par exemple, être utilisée à des températures plus élevées, si l'on opte pour une durée de vie plus faible, ou bien par une utilisation à ces températures limitées dans le temps.

Pour cette raison, les valeurs indicatives du tableau 5.1 ne servent qu'à montrer jusqu'à quelles températures les Rondelles Ressort se comportent comme si elles étaient à température ambiante.

Souvenez vous que le module E d'élasticité, pour les hautes températures, est inférieur au module d'élasticité de la température ambiante. Dans les conditions ci-dessus, les Rondelles Ressort en matières résistant à hautes températures s'emploient jusqu'à 150°C au dessus des températures du tableau 5.1.

L'approvisionnement des matières résistant à hautes températures demande un délai pour la première livraison. Pour les livraisons de série, le délai ne sera pas plus long que pour les Rondelles Ressort en acier. Pour les très hautes températures, le Nimonic 90 convient mieux que l'Inconel X 750 (ou l'Inconel 718).

Rappelons ici que le coût des matières extrêmement résistantes à la chaleur est relativement élevé.

5.2 Protection contre la corrosion

Les Rondelles Ressort Mubea sont des éléments pouvant supporter des fatigues très élevées. Aussi convient-il, autant que possible, d'éviter, par des mesures appropriées, une détérioration de leur surface par une attaque chimique ou électrochimique. A cet effet, il est possible d'avoir recours aux procédés anticorrosion les plus divers. Dans le tableau 5.5 sont donnés quelques procédés afin de permettre une estimation relative de la protection anticorrosion pouvant être atteinte et de sa résistance à l'essai au brouillard salin selon DIN 50 021.

Les épaisseurs de revêtement données pour le zingage et le nickelage ont valeur d'exemples pour les coefficients de protection qu'elles permettent d'atteindre. Il peut être appliqué des couches plus épaisses. En zingage mécanique et nickelage chimique des épaisseurs de couches jusqu'à 50 µm sont possibles. Dans le cas de Rondelles Ressort disposées dans le même sens, le mouvement relatif des surfaces en contact entraîne des problèmes particuliers au revêtement anticorrosion appliqué. Dans ce cas, il est recommandé de consulter Mubea.

5.2.1 Phosphatation

Phosphate de zinc + huile/cire

Le traitement au phosphate de zinc suivi d'un huilage constitue la protection anticorrosion standard des Rondelles Ressort selon DIN2903 et la norme usine Mubea. La phosphatation génère, sur le métal de base des Rondelles Ressort des couches de fins cristaux de phosphates

métalliques. Associé aux couches de revêtement, le huilage ou la cire apporte une protection anticorrosion durable. Les conditions de fabrication font que la cire ne peut s'appliquer que sur des Rondelles Ressort d'un diamètre extérieur > à 100 mm. Cette protection suffit généralement pour les applications à l'intérieur, ou pour les Rondelles Ressort à l'extérieur protégées des intempéries.

Phosphatation manganèse

Mubea peut aussi, sur demande client, phosphater les Rondelles Ressort au manganèse. Cette phosphatation manganèse n'offre aucune protection à la corrosion. Elle sert uniquement à la lubrification. Le huilage des Rondelles Ressort ainsi phosphatées les protège de la corrosion pendant le transport et le stockage.

5.2.2 Protection galvanique

Lors de la déposition des revêtements métalliques provenant de suspensions aqueuses, une diffusion d'hydrogène à l'intérieur de la surface de la Rondelle Ressort n'est pas à exclure. Ceci vaut particulièrement pour les aciers haute résistance composant les Rondelles Ressort. Impossible d'exclure à coup sûr une fragilisation et cassure tardives induites par l'hydrogène. Un traitement thermique approprié (dégazage) après la galvanisation peut réduire ce risque sans le supprimer complètement. En raison de ce risque de fragilisation et de cassure, il y a lieu de renoncer à ce mode de protection.

Zingage galvanique

Le zinc est un métal moins noble que le fer. Ses vertus anticorrosives viennent de ce que le zinc, réagissant avec l'atmosphère, se recouvre d'une couche passivante et aussi que la couche de zinc abîmée protège un temps le fer par réaction cathodique. La protection anticorrosion est à peu près proportionnelle à la couche de zinc. Un chromatage peut améliorer la protection du zingage. Le chromatage existe en différentes couleurs. Un traitement thermique s'impose ensuite pour chasser l'hydrogène. Les revêtements galvaniques s'appliquent surtout à des fins d'un meilleur aspect aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur.

5.2.3 Zingage mécanique

Le zingage mécanique («mechanical zinc plating») offre les mêmes propriétés anticorrosives que le zingage galvanique, mais sans les risques de fragilisation par hydrogène. Le zingage mécanique consiste à appliquer une poudre de zinc sur les Rondelles Ressort placées dans un tambour. Il est recommandé ensuite d'effectuer un chromatage. Les applications sont les mêmes pour les Rondelles Ressort zinguées que pour les Rondelles Ressort galvanisées.

5.2.4 Revêtements Delta-Tone/Delta-Seal

Delta-Tone est un revêtement de fond anorganique, générateur de microcouches, comblé de lamelles de zinc et d'aluminium. Après le processus de cuisson, on obtient une couche métallique argentée qui offre une haute protection anticorrosion.
Conductibilité garantie sur toute l'épaisseur de la couche, d'où présence de la protection cathodique voulue pour le fer. Le danger de fragilisation par l'hydrogène n'existe pas.
Delta-Seal est un revêtement de finition organique hautement réticulé, générateur de mi-

crocouches. Après un processus de revêtement et de cuisson, apparaît une couche très adhérente et chimio-résistante. Delta-Seal peut aussi s'appliquer avec des «lubrifiants intérieurs» servant de lubrification permanente à sec. Delta-Tone et Delta-Seal ne contiennent pas de métaux lourds. Cette protection anticorrosion entre généralement dans les applications en extérieur.

5.2.5 Dacrométisation

Le Dacromet est un revêtement anorganique adhérent en lamelles de zinc et d'aluminium prises dans un composé chromaté aux puissantes propriétés anticorrosives. Il se distingue en outre par sa bonne thermorésistance et un faible coefficient de friction. Pas de danger de fragilisation par l'hydrogène.

La couche de Dacromet s'applique par immersion-centrifugation de lamelles de zinc chromatées (à faible teneur en aluminium) en dispersion aqueuse, avec séchage et cuisson consécutifs. Pour les Rondelles Ressort ayant un diamètre extérieur < à 40 mm, un collage des Rondelles Ressort entre elles peut se produire.

Les Rondelles Ressort revêtues de Dacromet s'emploient surtout en extérieur et répondent à de sévères critères anticorrosion.

Attention! La présence de Cr6 en interdit l'utilisation future, sera remplacé par le Geomet®.

5.2.6 Nickelage chimique

La couche appliquée offre une protection anticorrosive de haute qualité et inusable. Le procédé de nickelage chimique n'empêche toutefois pas d'exclure complètement une fragilisation par l'hydrogène. Il consiste à immerger les Rondelles Ressort dans un bain de nickel. Les surfaces nickelées servent principalement à protéger les Rondelles Ressort fortement sollicitées mécaniquement ou chimiquement.

Gamme de produits et diagrammes

6.1 Gamme des Rondelles Ressort Mubea

6.2 Tableaux dimensionnels des Rondelles Ressort

6.3 Diagrammes et commentaires

6.1 Gamme des Rondelles Ressort Mubea

La gamme des Rondelles Ressort comprend une

Gamme standard (dimensions selon DIN 2093 et norme usine Mubea) avec 246 dimensions de diamètres extérieurs compris entre 8 et 250 mm dans les matières Ck 67 et 50 CrV 4, livrables sur stock (tableau 6.1; dimensions DIN 2093 mises en exergue dans le tableau). Protection anticorrosion standard: phosphatation et huilage.

Gamme spéciale avec 153 dimensions de diamètres extérieurs compris entre 70 et 600 mm (figurent aussi dans le tableau 6.1). Mubea peut livrer certaines de ces Rondelles Ressort directement sur stock et dispose pour les autres déjà des outils nécessaires à leur fabrication. Protection anticorrosion standard: phosphatation et huilage.

Gamme spéciale dans les matières inox suivantes: X 12 CrNi 17 7 (matière n° 1.4310) et X 7 Cr Ni Al17 7 (matière n° 1.4568) livrable sur stock *(tableau 6.2)*.

Gamme spéciale de Rondelles Ressort pour roulements à billes avec 68 dimensions *(tableau 6.3)*.

Autres dimensions et matières possibles, naturellement, sur demande client.

Instructions pour les commandes

Commande d'après les tableaux

1er exemple :

Il vous faut 100 Rondelles Ressort
aux dimensions
D_e = 70 mm
D_i = 30,5 mm
t = 2,5 mm

Commandez:
100 Rondelles Ressort
70 x 30,5 x 2,5
N° de réf. 180 074

2ème exemple :

Il vous faut 200 Rondelles Ressort
pour roulements à billes n° 6020
avec application sur l'anneau extérieur

Commandez:
200 Rondelles Ressort
149 x 106 x 1,5
N° de réf. 200 044

Commande de dimensions spéciales

Paramètres à indiquer lors des commandes de Rondelles Ressort ne figurant pas dans les tableaux :

D_e, D_i, t, l_o et la force souhaitée. Les commandes de Rondelles Ressort du Groupe 3 doivent en outre donner la valeur de t'.

Tableau 6.1

6.2 Tableau dimensionnel des Rondelles Ressort

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
17 0001			8,00	3,20	0,30		0,55	0,25	0,833	0,062	45,6	883	207	401
17 0002			8,00	3,20	0,40		0,60	0,20	0,500	0,050	69,2	797	365	350
17 0003			8,00	3,20	0,50		0,70	0,20	0,400	0,050	128,4	943	511	408
17 0004	C		8,00	4,20	0,20		0,45	0,25	1,250	0,062	21,2	696	8	409
17 0005	B		8,00	4,20	0,30		0,55	0,25	0,833	0,062	51,6	872	184	501
17 0006	A		8,00	4,20	0,40		0,60	0,20	0,500	0,050	78,2	784	343	439
17 0007			10,00	3,20	0,30		0,65	0,35	1,166	0,087	51,1	979	90	378
17 0008			10,00	3,20	0,40		0,70	0,30	0,750	0,075	75,1	938	285	348
17 0009			10,00	3,20	0,50		0,85	0,35	0,700	0,087	165,3	1336	447	492
17 0010			10,00	4,20	0,40		0,70	0,30	0,750	0,075	79,3	860	241	405
17 0011			10,00	4,20	0,50		0,75	0,25	0,500	0,062	109,8	789	359	361
17 0012			10,00	4,20	0,60		0,85	0,25	0,416	0,062	181,5	904	473	410
17 0013	C		10,00	5,20	0,25		0,55	0,30	1,200	0,075	30,4	654	21	380
17 0014	B		10,00	5,20	0,40		0,70	0,30	0,750	0,075	87,8	857	224	485
17 0015	A		10,00	5,20	0,50		0,75	0,25	0,500	0,062	121,5	782	343	435
17 0016			12,00	4,20	0,40		0,80	0,40	1,000	0,100	85,1	936	149	385
17 0017			12,00	4,20	0,50		0,90	0,40	0,800	0,100	142,6	1072	285	432
17 0018			12,00	4,20	0,60		1,00	0,40	0,666	0,100	224,1	1208	421	480
17 0019			12,00	5,20	0,50		0,90	0,40	0,800	0,100	150,4	1015	251	493
17 0020			12,00	5,20	0,60		0,95	0,35	0,583	0,087	195,9	957	372	455
17 0021			12,00	6,20	0,50		0,85	0,35	0,700	0,087	133,5	845	249	475
17 0022			12,00	6,20	0,60		0,95	0,35	0,583	0,087	213,6	955	358	531
17 0023	C		12,50	6,20	0,35		0,80	0,45	1,285	0,112	83,5	903	2	506
17 0024	B		12,50	6,20	0,50		0,85	0,35	0,700	0,087	120,0	775	231	420
17 0025	A		12,50	6,20	0,70		1,00	0,30	0,428	0,075	239,4	804	403	425
17 0026			14,00	7,20	0,35		0,80	0,45	1,285	0,112	68,0	723	-11	418
17 0027			14,00	7,20	0,50		0,90	0,40	0,800	0,100	120,1	745	173	419
17 0028			14,00	7,20	0,80		1,10	0,30	0,375	0,075	283,8	712	390	386
17 0029			15,00	5,20	0,40		0,95	0,55	1,375	0,137	101,2	957	3	401
17 0030			15,00	5,20	0,50		1,00	0,50	1,000	0,125	132,8	939	151	383
17 0031			15,00	5,20	0,60		1,05	0,45	0,750	0,112	170,8	908	269	361
17 0032			15,00	5,20	0,70		1,25	0,55	0,785	0,137	340,2	1317	362	526
17 0033			15,00	6,20	0,50		1,00	0,50	1,000	0,125	138,1	895	129	424
17 0034			15,00	6,20	0,60		1,05	0,45	0,750	0,112	177,6	863	243	400
17 0035			15,00	6,20	0,70		1,10	0,40	0,571	0,100	222,4	818	328	373
17 0036			15,00	8,20	0,70		1,10	0,40	0,571	0,100	256,3	819	311	479
17 0037			15,00	8,20	0,80		1,20	0,40	0,500	0,100	366,8	900	391	523
17 0038	C		16,00	8,20	0,40		0,90	0,50	1,250	0,125	83,7	693	10	399
17 0039	B		16,00	8,20	0,60		1,05	0,45	0,750	0,112	172,0	751	197	420
17 0040	A		16,00	8,20	0,90		1,25	0,35	0,388	0,087	362,5	721	386	391
17 0041			18,00	6,20	0,40		1,00	0,60	1,500	0,150	84,6	759	-30	319
17 0042			18,00	6,20	0,50		1,10	0,60	1,200	0,150	129,9	851	61	350
17 0043			18,00	6,20	0,60		1,20	0,60	1,000	0,150	191,1	942	152	382
17 0044			18,00	6,20	0,70		1,40	0,70	1,000	0,175	354,1	1282	207	520
17 0045			18,00	6,20	0,80		1,50	0,70	0,875	0,175	479,5	1388	313	556
17 0046			18,00	8,20	0,70		1,25	0,55	0,785	0,137	254,6	858	216	434
17 0047			18,00	8,20	0,80		1,30	0,50	0,625	0,125	308,9	823	292	411
17 0048			18,00	8,20	1,00		1,50	0,50	0,500	0,125	559,0	963	432	475
17 0049	C		18,00	9,20	0,45		1,05	0,60	1,333	0,150	120,7	763	-14	440
17 0050	B		18,00	9,20	0,70		1,20	0,50	0,714	0,125	233,4	756	216	421
17 0051	A		18,00	9,20	1,00		1,40	0,40	0,400	0,100	450,6	728	382	394
17 0052			20,00	8,20	0,50		1,15	0,65	1,300	0,162	128,3	739	11	355
17 0053			20,00	8,20	0,60		1,30	0,70	1,166	0,175	214,4	907	63	432
17 0054			20,00	8,20	0,70		1,35	0,65	0,928	0,162	261,5	890	161	416
17 0055			20,00	8,20	0,80		1,40	0,60	0,750	0,150	315,0	865	244	398
17 0056			20,00	8,20	0,90		1,50	0,60	0,666	0,150	423,2	934	313	427
17 0057			20,00	8,20	1,00		1,60	0,60	0,600	0,150	555,6	1003	382	455
17 0058			20,00	10,20	0,40		0,90	0,50	1,250	0,125	53,4	443	6	254

Force élastique F in N / Contrainte σ in N/mm²															Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
0,125	79,1	1669	511	750	0,187	104,3	2359	912	1046	0,250	125,5	2952	1409	1290	0,099
0,100	130,1	1533	792	666	0,150	185,5	2207	1281	949	0,200	238,0	2820	1832	1198	0,133
0,100	246,4	1824	1083	782	0,150	357,4	2643	1717	1123	0,200	464,9	3401	2413	1430	0,166
0,125	33,3	1294	114	753	0,187	39,2	1794	319	1034	0,250	42,0	2195	622	1251	0,057
0,125	89,3	1646	467	938	0,187	117,9	2322	847	1312	0,250	141,8	2900	1326	1620	0,086
0,100	147,0	1504	749	837	0,150	209,5	2162	1218	1194	0,200	268,9	2757	1750	1511	0,114
0,175	81,6	1831	308	697	0,262	98,3	2556	652	957	0,350	108,0	3154	1123	1158	0,166
0,150	132,9	1782	663	652	0,225	179,1	2533	1134	913	0,300	219,6	3191	1698	1130	0,221
0,175	296,1	2544	1021	925	0,262	404,0	3626	1721	1299	0,350	500,4	4580	2549	1614	0,277
0,150	140,3	1632	570	760	0,225	189,1	2316	988	1066	0,300	231,8	2911	1495	1322	0,203
0,125	206,3	1516	778	688	0,187	294,0	2182	1260	981	0,250	377,3	2786	1803	1239	0,254
0,125	347,2	1746	1008	785	0,187	502,3	2526	1604	1125	0,250	652,0	3245	2262	1432	0,304
0,150	48,2	1217	133	702	0,225	57,5	1691	336	965	0,300	62,6	2074	628	1169	0,112
0,150	155,3	1623	539	912	0,225	209,3	2299	943	1281	0,300	256,5	2884	1439	1591	0,180
0,125	228,3	1502	749	829	0,187	325,3	2159	1218	1182	0,250	417,5	2753	1749	1495	0,225
0,200	141,4	1760	411	714	0,300	178,3	2472	786	988	0,400	205,6	3071	1272	1205	0,311
0,200	249,0	2032	683	809	0,300	331,4	2879	1193	1130	0,400	401,7	3614	1815	1395	0,389
0,200	404,9	2303	954	904	0,300	556,8	3286	1600	1273	0,400	694,1	4157	2358	1585	0,467
0,200	262,7	1921	611	923	0,300	349,6	2717	1080	1291	0,400	423,8	3404	1658	1596	0,360
0,175	361,2	1830	828	863	0,262	506,1	2620	1367	1222	0,350	640,7	3326	1990	1534	0,432
0,175	239,2	1605	582	894	0,262	326,4	2280	1001	1259	0,350	404,2	2869	1506	1569	0,325
0,175	393,8	1824	801	1007	0,262	551,7	2608	1329	1429	0,350	698,5	3307	1943	1795	0,390
0,225	129,8	1677	134	932	0,337	151,2	2323	393	1278	0,450	160,2	2840	782	1542	0,254
0,175	215,1	1473	539	791	0,262	293,4	2093	925	1114	0,350	363,4	2635	1389	1388	0,363
0,150	456,8	1550	864	814	0,225	659,5	2240	1382	1167	0,300	854,9	2872	1957	1484	0,508
0,225	105,7	1343	103	770	0,337	123,2	1860	309	1055	0,450	130,5	2273	619	1274	0,311
0,200	209,8	1408	428	787	0,300	279,2	1990	764	1101	0,400	338,4	2490	1182	1363	0,444
0,150	547,2	1377	826	743	0,225	796,8	1997	1308	1071	0,300	1040,0	2571	1836	1369	0,711
0,275	154,4	1777	142	735	0,412	175,5	2462	417	1002	0,550	180,7	3010	828	1202	0,488
0,250	220,6	1766	414	711	0,375	278,2	2480	790	983	0,500	320,9	3082	1279	1199	0,610
0,225	302,1	1725	630	678	0,337	407,2	2451	1082	949	0,450	499,0	3085	1625	1176	0,732
0,275	596,4	2497	861	985	0,412	796,5	3541	1496	1376	0,550	968,6	4449	2268	1701	0,854
0,250	229,4	1680	368	787	0,375	289,4	2356	716	1089	0,500	333,7	2923	1173	1331	0,575
0,225	314,2	1638	574	752	0,337	423,5	2323	994	1054	0,450	519,0	2921	1503	1307	0,690
0,200	411,1	1567	727	707	0,300	577,5	2245	1195	1002	0,400	732,6	2854	1734	1258	0,805
0,200	473,9	1566	694	909	0,300	665,6	2240	1150	1291	0,400	844,4	2841	1679	1624	0,681
0,200	689,3	1727	856	997	0,300	982,3	2482	1392	1423	0,400	1261,0	3164	2002	1800	0,778
0,250	131,2	1289	117	735	0,375	154,3	1786	322	1009	0,500	165,4	2186	624	1220	0,465
0,225	304,3	1423	474	790	0,337	410,0	2016	830	1109	0,450	502,5	2530	1264	1377	0,698
0,175	697,0	1394	820	751	0,262	1013,0	2019	1301	1080	0,350	1319,0	2596	1831	1379	1,047
0,300	126,1	1406	52	583	0,450	138,6	1940	247	791	0,600	136,7	2361	555	944	0,704
0,300	205,7	1588	234	646	0,450	245,4	2213	520	885	0,600	267,0	2725	920	1070	0,880
0,300	317,3	1770	416	708	0,450	400,3	2486	794	980	0,600	461,6	3090	1284	1195	1,056
0,350	588,0	2410	567	964	0,525	741,7	3384	1080	1333	0,700	855,2	4205	1748	1627	1,232
0,350	821,6	2622	779	1037	0,525	1072,0	3703	1399	1443	0,700	1277,0	4630	2173	1774	1,408
0,275	446,2	1624	523	815	0,412	596,0	2298	922	1141	0,550	724,7	2881	1413	1412	1,108
0,250	563,8	1570	660	777	0,375	782,6	2242	1104	1098	0,500	983,5	2837	1624	1375	1,266
0,250	1051,0	1849	939	904	0,375	1497,0	2660	1523	1289	0,500	1921,0	3395	2182	1629	1,582
0,300	185,8	1415	83	809	0,450	213,7	1957	291	1106	0,600	222,9	2387	610	1333	0,664
0,250	416,6	1434	509	792	0,375	566,4	2035	879	1114	0,500	699,4	2560	1326	1387	1,033
0,200	865,0	1406	814	757	0,300	1254,0	2035	1295	1088	0,400	1631,0	2615	1826	1387	1,476
0,325	198,8	1375	126	652	0,487	230,8	1906	345	892	0,650	243,4	2333	668	1074	1,026
0,350	342,1	1694	246	797	0,525	412,0	2360	550	1095	0,700	453,0	2905	974	1327	1,231
0,325	442,0	1675	426	775	0,487	568,5	2356	795	1076	0,650	668,0	2934	1269	1320	1,436
0,300	557,3	1640	576	748	0,450	751,0	2328	998	1048	0,600	920,5	2926	1507	1300	1,641
0,300	764,5	1779	715	804	0,450	1051,0	2535	1205	1133	0,600	1311,0	3203	1784	1413	1,846
0,300	1020,0	1917	853	861	0,450	1424,0	2743	1413	1218	0,600	1798,0	3480	2062	1527	2,051
0,250	83,7	824	75	468	0,375	98,5	1142	206	642	0,500	105,5	1398	400	777	0,730

Tableau 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
17 0059	C		20,00	10,20	0,50		1,15	0,65	1,300	0,162	141,3	734	-4	422
17 0060	B		20,00	10,20	0,80		1,35	0,55	0,687	0,137	304,3	759	230	421
17 0061			20,00	10,20	0,90		1,45	0,55	0,611	0,137	411,7	821	292	452
17 0062			20,00	10,20	1,00		1,55	0,55	0,550	0,137	543,6	882	354	484
17 0063	A		20,00	10,20	1,10		1,55	0,45	0,409	0,112	548,2	733	379	397
17 0064			22,50	11,20	0,60		1,40	0,80	1,330	0,200	240,4	865	-14	488
17 0065			22,50	11,20	0,80		1,45	0,65	0,812	0,162	306,3	751	171	412
18 0001			22,50	11,20	1,25		1,75	0,50	0,400	0,125	693,1	726	383	384
17 0066			23,00	8,20	0,70		1,50	0,80	1,142	0,200	279,4	940	87	397
17 0067			23,00	8,20	0,80		1,55	0,75	0,937	0,187	332,0	925	175	384
17 0068			23,00	8,20	0,90		1,70	0,80	0,888	0,200	485,7	1086	233	449
17 0069			23,00	10,20	0,90		1,65	0,75	0,833	0,187	463,1	944	213	469
17 0070			23,00	10,20	1,00		1,70	0,70	0,700	0,175	538,2	919	282	451
17 0071			23,00	12,20	1,00		1,60	0,60	0,600	0,150	474,7	753	271	429
18 0002			23,00	12,20	1,25		1,85	0,60	0,480	0,150	863,4	881	399	497
18 0003			23,00	12,20	1,50		2,10	0,60	0,400	0,150	1432,0	1009	527	565
17 0072	C		25,00	12,20	0,70		1,60	0,90	1,285	0,255	331,2	902	4	499
17 0073	B		25,00	12,20	0,90		1,60	0,70	0,777	0,175	366,8	724	181	389
18 0004	A		25,00	12,20	1,50		2,05	0,55	0,366	0,137	1040,0	761	425	393
17 0074			28,00	10,20	0,80		1,75	0,95	1,187	0,237	347,9	870	62	375
17 0075			28,00	10,20	1,00		2,00	1,00	1,000	0,250	615,2	1061	165	451
18 0005			28,00	10,20	1,25		2,25	1,00	0,800	0,250	1030,0	1214	319	507
18 0006			28,00	10,20	1,50		2,20	0,70	0,466	0,175	1003,0	863	424	346
17 0076			28,00	12,20	1,00		1,95	0,95	0,950	0,237	589,9	947	156	467
18 0007			28,00	12,20	1,25		2,10	0,85	0,680	0,212	843,8	934	300	451
18 0008			28,00	12,20	1,50		2,25	0,75	0,500	0,187	1149,0	900	406	426
17 0077	C		28,00	14,20	0,80		1,80	1,00	1,250	0,250	434,8	904	13	515
17 0078	B		28,00	14,20	1,00		1,80	0,80	0,800	0,200	476,4	744	174	414
18 0009			28,00	14,20	1,25		2,10	0,85	0,680	0,212	907,4	931	287	513
18 0010	A		28,00	14,20	1,50		2,15	0,65	0,433	0,162	1033,0	747	371	403
17 0079	C		31,50	16,30	0,80		1,85	1,05	1,312	0,262	384,3	771	-9	448
18 0011	B		31,50	16,30	1,25		2,15	0,90	0,720	0,225	790,5	797	224	449
18 0012			31,50	16,30	1,50		2,40	0,90	0,600	0,225	1260,0	899	326	501
18 0013	A		31,50	16,30	1,75		2,45	0,70	0,400	0,175	1391,0	729	382	399
18 0014			31,50	16,30	2,00		2,75	0,75	0,375	0,187	2199,0	879	481	480
17 0080			34,00	12,30	1,00		2,20	1,20	1,200	0,300	587,2	938	63	403
18 0015			34,00	12,30	1,25		2,45	1,20	0,960	0,300	946,4	1063	188	448
18 0016			34,00	12,30	1,50		2,70	1,20	0,800	0,300	1447,0	1188	313	493
18 0017			34,00	14,30	1,25		2,40	1,15	0,920	0,287	912,8	964	177	461
18 0018			34,00	14,30	1,50		2,55	1,05	0,700	0,262	1224,0	953	297	447
18 0019			34,00	16,30	1,50		2,55	1,05	0,700	0,262	1291,0	942	283	495
18 0020			34,00	16,30	2,00		2,85	0,85	0,425	0,212	2097,0	877	445	449
17 0081	C		35,50	18,30	0,90		2,05	1,15	1,277	0,287	457,7	737	2	427
18 0021	B		35,50	18,30	1,25		2,25	1,00	0,800	0,250	730,9	724	168	409
18 0022	A		35,50	18,30	2,00		2,80	0,80	0,400	0,200	1864,0	749	393	409
18 0023			40,00	14,30	1,25		2,65	1,40	1,120	0,350	904,4	961	98	406
18 0024			40,00	14,30	1,50		2,80	1,30	0,866	0,325	1188,0	962	218	398
18 0025			40,00	14,30	1,75		3,05	1,30	0,742	0,325	1722,0	1061	316	433
18 0026			40,00	14,30	2,00		3,05	1,05	0,525	0,262	1800,0	878	393	349
18 0027			40,00	16,30	1,50		2,80	1,30	0,866	0,325	1224,0	928	199	430
18 0028			40,00	16,30	1,75		3,10	1,35	0,771	0,337	1881,0	1076	290	494
18 0029			40,00	16,30	2,00		3,10	1,10	0,550	0,275	1972,0	897	375	402
18 0030			40,00	18,30	2,00		3,15	1,15	0,575	0,287	2182,0	933	365	466
17 0082	C		40,00	20,40	1,00		2,30	1,30	1,300	0,325	565,3	734	-4	422
18 0031	B		40,00	20,40	1,50		2,65	1,15	0,766	0,287	1109,0	774	196	431
18 0032			40,00	20,40	2,00		3,10	1,10	0,550	0,275	2175,0	882	354	484
18 0033	A		40,00	20,40	2,25		3,15	0,90	0,400	0,225	2336,0	746	392	403
18 0034			40,00	20,40	2,50		3,45	0,95	0,380	0,237	3351,0	864	470	466

Force élastique F en N					Contrainte σ en N/mm²										Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
0,325	218,9	1363	98	776	0,487	254,1	1887	305	1063	0,650	268,0	2305	617	1283	0,912
0,275	546,8	1442	536	793	0,412	748,2	2050	917	1118	0,550	929,0	2582	1374	1394	1,460
0,275	754,0	1566	659	856	0,412	1050,0	2235	1102	1212	0,550	1323,0	2829	1621	1520	1,642
0,275	1010,0	1689	783	920	0,412	1425,0	2421	1288	1307	0,550	1815,0	3077	1868	1646	1,824
0,225	1050,0	1416	809	761	0,337	1521,0	2048	1290	1093	0,450	1976,0	2630	1821	1393	2,007
0,400	369,9	1605	98	897	0,600	425,4	2219	336	1227	0,800	443,9	2708	699	1478	1,409
0,325	533,4	1420	425	771	0,487	707,4	2006	762	1079	0,650	855,1	2508	1182	1335	1,878
0,250	1330,0	1403	815	737	0,375	1929,0	2031	1296	1059	0,500	2509,0	2610	1825	1350	2,935
0,400	448,4	1758	295	733	0,600	543,6	2454	626	1007	0,800	601,9	3028	1078	1221	1,993
0,375	560,0	1743	457	714	0,562	718,5	2453	846	991	0,750	842,4	3057	1343	1214	2,277
0,400	829,2	2051	589	837	0,600	1078,0	2894	1066	1164	0,800	1279,0	3615	1665	1430	2,561
0,375	801,9	1784	531	877	0,562	1058,0	2520	953	1225	0,750	1273,0	3151	1480	1512	2,357
0,350	964,2	1746	655	849	0,525	1315,0	2483	1119	1195	0,700	1629,0	3129	1673	1487	2,619
0,300	871,7	1436	612	813	0,450	1217,0	2052	1020	1152	0,600	1536,0	2598	1498	1446	2,343
0,300	1630,0	1692	868	949	0,450	2331,0	2436	1404	1356	0,600	3000,0	3110	2010	1718	2,929
0,300	2748,0	1948	1124	1085	0,450	3986,0	2820	1788	1560	0,600	5184,0	3622	2522	1990	3,514
0,450	514,6	1675	136	919	0,675	599,6	2320	396	1259	0,900	635,4	2837	785	1519	2,055
0,350	644,3	1371	440	730	0,525	862,3	1940	776	1023	0,700	1050,0	2432	1190	1268	2,642
0,275	2007,0	1473	898	757	0,412	2926,0	2138	1419	1091	0,550	3821,0	2755	1988	1395	4,403
0,475	552,5	1624	239	692	0,712	661,5	2264	532	950	0,950	722,7	2787	940	1149	3,354
0,500	1022,0	1994	459	837	0,750	1289,0	2798	880	1158	1,000	1486,0	3475	1429	1414	4,191
0,500	1799,0	2300	765	949	0,750	2394,0	3258	1340	1326	1,000	2902,0	4089	2042	1637	5,238
0,350	1899,0	1663	911	660	0,525	2723,0	2401	1461	943	0,700	3511,0	3076	2074	1193	6,286
0,475	991,7	1781	425	870	0,712	1268,0	2502	807	1208	0,950	1482,0	3111	1302	1480	3,914
0,425	1519,0	1777	691	849	0,637	2083,0	2529	1172	1196	0,850	2590,0	3191	1743	1491	4,893
0,375	2159,0	1729	883	812	0,562	3077,0	2488	1431	1157	0,750	3949,0	3176	2049	1462	5,872
0,500	681,0	1680	154	950	0,750	801,4	2330	422	1304	1,000	858,8	2852	817	1577	2,872
0,400	832,0	1406	429	776	0,600	1107,0	1986	765	1086	0,800	1342,0	2486	1183	1344	3,590
0,425	1634,0	1770	667	968	0,637	2240,0	2516	1138	1365	0,850	2785,0	3171	1701	1703	4,486
0,325	1970,0	1440	795	772	0,487	2841,0	2080	1274	1106	0,650	3680,0	2665	1806	1407	5,386
0,525	593,8	1430	94	825	0,787	686,8	1978	308	1130	1,050	721,6	2415	633	1363	3,583
0,450	1409,0	1512	530	844	0,675	1913,0	2145	917	1187	0,900	2359,0	2696	1386	1478	5,599
0,450	2314,0	1716	734	950	0,675	3230,0	2451	1223	1346	0,900	4077,0	3104	1795	1689	6,717
0,350	2669,0	1408	814	766	0,525	3871,0	2038	1296	1102	0,700	5036,0	2619	1826	1405	7,839
0,375	4239,0	1702	1020	924	0,562	6173,0	2467	1615	1331	0,750	8054,0	3176	2267	1701	8,956
0,600	930,0	1751	250	742	0,900	1110,0	2439	563	1018	1,200	1208,0	3002	1001	1231	6,194
0,600	1587,0	2001	500	833	0,900	2024,0	2814	938	1154	1,200	2359,0	3502	1501	1412	7,743
0,600	2527,0	2251	750	923	0,900	3363,0	3190	1313	1290	1,200	4076,0	4003	2001	1593	9,280
0,575	1546,0	1816	466	858	0,862	1993,0	2555	868	1193	1,150	2347,0	3182	1382	1464	7,330
0,525	2192,0	1813	687	841	0,787	2990,0	2579	1172	1183	1,050	3704,0	3250	1750	1472	8,799
0,525	2313,0	1790	660	933	0,787	3155,0	2543	1131	1313	1,050	3908,0	3203	1696	1635	8,233
0,425	4003,0	1692	952	860	0,637	5783,0	2446	1520	1234	0,850	7498,0	3138	2150	1570	10,978
0,575	712,4	1370	108	786	0,862	831,9	1897	320	1078	1,150	883,8	2319	637	1302	5,134
0,500	1277,0	1369	416	766	0,750	1699,0	1935	743	1073	1,000	2059,0	2421	1149	1329	7,131
0,400	3576,0	1448	837	785	0,600	5187,0	2095	1332	1128	0,800	6747,0	2692	1878	1439	11,410
0,700	1459,0	1799	319	750	1,050	1780,0	2514	664	1033	1,400	1984,0	3105	1132	1253	10,755
0,650	2040,0	1818	542	743	0,975	2668,0	2568	973	1034	1,300	3184,0	3212	1510	1271	12,905
0,650	3051,0	2015	739	813	0,975	4119,0	2863	1268	1139	1,300	5056,0	3605	1904	1412	15,056
0,525	3363,0	1688	855	664	0,787	4769,0	2427	1387	943	1,050	6096,0	3098	1988	1188	17,207
0,650	2102,0	1752	503	802	0,975	2749,0	2472	911	1118	1,300	3281,0	3088	1422	1376	12,339
0,675	3309,0	2040	692	926	1,012	4435,0	2891	1207	1297	1,350	5410,0	3631	1834	1606	14,396
0,550	3663,0	1719	825	764	0,825	5169,0	2467	1349	1084	1,100	6580,0	3141	1948	1364	16,499
0,575	4030,0	1785	810	883	0,862	5656,0	2556	1338	1252	1,150	7171,0	3246	1946	1573	15,599
0,650	875,8	1363	98	776	0,975	1017,0	1887	305	1063	1,300	1072,0	2305	617	1283	7,299
0,575	1953,0	1465	474	810	0,862	2621,0	2073	835	1136	1,150	3201,0	2599	1278	1410	10,948
0,550	4041,0	1689	783	920	0,825	5701,0	2421	1288	1307	1,100	7258,0	3077	1868	1646	14,590
0,450	4481,0	1441	835	774	0,675	6500,0	2086	1328	1112	0,900	8456,0	2680	1871	1419	16,422
0,475	6453,0	1673	997	896	0,712	9390,0	2424	1579	1290	0,950	12243,0	3120	2219	1649	18,246

Tableau 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
18 0035	C		45,00	22,40	1,25		2,85	1,60	1,280	0,400	1041,0	883	4	497
18 0036	B		45,00	22,40	1,75		3,05	1,30	0,742	0,325	1524,0	795	214	433
18 0037	A		45,00	22,40	2,50		3,50	1,00	0,400	0,250	2773,0	726	383	384
18 0038			48,00	16,30	1,50		3,00	1,50	1,000	0,375	1048,0	832	135	333
18 0039			50,00	18,40	1,25		2,85	1,60	1,280	0,400	756,9	742	24	325
18 0040			50,00	18,40	1,50		3,15	1,65	1,100	0,412	1166,0	855	93	370
18 0041			50,00	18,40	2,00		3,65	1,65	0,825	0,412	2229,0	1013	251	428
18 0042			50,00	18,40	2,50		4,15	1,65	0,660	0,412	3870,0	1171	409	486
18 0043			50,00	18,40	3,00		4,20	1,20	0,400	0,300	4179,0	891	488	357
18 0044			50,00	20,40	2,00		3,50	1,50	0,750	0,375	1966,0	865	244	397
18 0045			50,00	20,40	2,50		3,85	1,35	0,540	0,337	3008,0	876	373	393
18 0046			50,00	22,40	2,00		3,60	1,60	0,800	0,400	2247,0	932	228	466
18 0047			50,00	22,40	2,50		3,90	1,40	0,560	0,350	3261,0	904	364	442
18 0048	C		50,00	25,40	1,25		2,85	1,60	1,280	0,400	853,7	717	2	410
18 0049			50,00	25,40	1,50		3,10	1,60	1,066	0,400	1242,0	789	74	447
18 0050	B		50,00	25,40	2,00		3,40	1,40	0,700	0,350	1949,0	777	230	430
18 0051			50,00	25,40	2,25		3,75	1,50	0,666	0,375	2905,0	921	292	508
18 0052			50,00	25,40	2,50		3,90	1,40	0,560	0,350	3473,0	903	355	494
18 0053	A		50,00	25,40	3,00		4,10	1,10	0,366	0,275	4255,0	762	424	409
18 0054	C		56,00	28,50	1,50		3,45	1,95	1,300	0,487	1458,0	843	-4	483
18 0055	B		56,00	28,50	2,00		3,60	1,60	0,800	0,400	1910,0	744	173	415
18 0056			56,00	28,50	2,50		4,20	1,70	0,680	0,425	3638,0	931	287	515
18 0057	A		56,00	28,50	3,00		4,30	1,30	0,433	0,325	4142,0	747	371	404
18 0058			60,00	20,50	2,00		4,20	2,20	1,100	0,550	2528,0	1082	125	440
18 0059			60,00	20,50	2,50		4,70	2,20	0,880	0,550	4151,0	1233	276	491
18 0060			60,00	20,50	3,00		5,20	2,20	0,733	0,550	6434,0	1384	426	543
18 0061			60,00	25,50	2,50		4,40	1,90	0,760	0,475	3447,0	949	259	451
18 0062			60,00	25,50	3,00		4,65	1,65	0,550	0,412	4495,0	889	369	414
18 0063			60,00	30,50	2,50		4,50	2,00	0,800	0,500	4059,0	1012	236	564
18 0064			60,00	30,50	2,75		4,75	2,00	0,727	0,500	5125,0	1075	299	596
18 0065			60,00	30,50	3,00		4,70	1,70	0,566	0,425	5083,0	917	356	502
18 0066			60,00	30,50	3,50		5,00	1,50	0,428	0,375	6591,0	874	437	472
18 0067	C		63,00	31,00	1,80		4,15	2,35	1,305	0,587	2364,0	961	-4	536
18 0068	B		63,00	31,00	2,50		4,25	1,75	0,700	0,437	2942,0	763	227	410
18 0069			63,00	31,00	3,00		4,70	1,70	0,566	0,425	4524,0	830	324	441
18 0070	A		63,00	31,00	3,50		4,90	1,40	0,400	0,350	5399,0	726	383	380
18 0071			70,00	24,50	3,00		5,30	2,30	0,766	0,575	5080,0	1070	306	430
18 0072			70,00	24,50	3,50		6,00	2,50	0,714	0,625	8446,0	1324	421	529
18 0073			70,00	25,50	2,00		4,50	2,50	1,250	0,625	2408,0	938	43	406
18 0074			70,00	30,50	2,50		4,90	2,40	0,960	0,600	3755,0	961	153	475
18 0075			70,00	30,50	3,00		5,10	2,10	0,700	0,525	4676,0	895	276	433
18 0076			70,00	35,50	3,00		5,10	2,10	0,700	0,525	5028,0	891	264	493
18 0077			70,00	35,50	3,50		5,30	1,80	0,514	0,450	6077,0	809	347	440
18 0078			70,00	35,50	4,00		5,80	1,80	0,450	0,450	8757,0	891	430	482
18 0079			70,00	35,50	4,00	3,75	5,80	1,80	0,450	0,450	9167,0	977	357	535
18 0080			70,00	40,50	4,00		5,70	1,70	0,425	0,425	9025,0	858	424	521
18 0081			70,00	40,50	4,00	3,75	5,70	1,70	0,425	0,425	9423,0	942	354	579
18 0082			70,00	40,50	5,00		6,40	1,40	0,280	0,350	13646,0	807	513	484
18 0083			70,00	40,50	5,00	4,70	6,40	1,40	0,280	0,350	14004,0	886	457	537
18 0084	C		71,00	36,00	2,00		4,60	2,60	1,300	0,650	2861,0	932	-5	532
18 0085	B		71,00	36,00	2,50		4,50	2,00	0,800	0,500	2894,0	723	169	402
18 0086	A		71,00	36,00	4,00		5,60	1,60	0,400	0,400	7379,0	748	393	402
18 0087			71,00	36,00	4,00	3,75	5,60	1,60	0,400	0,400	7685,0	821	334	447
18 0088			80,00	30,50	2,50		5,30	2,80	1,120	0,700	3664,0	943	91	421
18 0089			80,00	31,00	3,00		5,50	2,50	0,833	0,625	4531,0	890	212	393
18 0090			80,00	31,00	4,00		6,10	2,10	0,525	0,525	7319,0	856	378	366
18 0091			80,00	31,00	4,00	3,75	6,10	2,10	0,525	0,525	7717,0	933	308	406
18 0092			80,00	35,50	4,00		6,20	2,20	0,550	0,550	8118,0	884	364	428

Force élastique F en N					Contrainte σ en N/mm²										Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
0,800	1620,0	1641	134	914	1,200	1891,0	2273	389	1253	1,600	2007,0	2779	770	1514	11,739
0,650	2701,0	1507	512	814	0,975	3646,0	2135	892	1144	1,300	4475,0	2681	1355	1421	16,434
0,500	5320,0	1403	815	737	0,750	7716,0	2031	1296	1059	1,000	10037,0	2610	1825	1350	23,478
0,750	1740,0	1564	370	618	1,125	2195,0	2197	704	855	1,500	2531,0	2730	1138	1043	18,850
0,800	1178,0	1381	151	597	1,200	1375,0	1918	380	817	1,600	1459,0	2352	712	984	16,657
0,825	1890,0	1602	294	684	1,237	2319,0	2239	605	942	1,650	2600,0	2768	1024	1144	19,988
0,825	3868,0	1918	610	800	1,237	5114,0	2713	1079	1116	1,650	6163,0	3400	1656	1377	26,651
0,825	7002,0	2234	926	916	1,237	9643,0	3187	1552	1291	1,650	12038,0	4032	2288	1609	33,314
0,600	8018,0	1725	1033	685	0,900	11630,0	2500	1636	983	1,200	15128,0	3219	2296	1251	39,977
0,750	3478,0	1642	578	745	1,125	4687,0	2330	1000	1045	1,500	5745,0	2929	1510	1295	25,695
0,675	5601,0	1680	817	746	1,012	7919,0	2412	1334	1060	1,350	10098,0	3072	1922	1335	32,118
0,800	3924,0	1763	556	872	1,200	5222,0	2493	985	1220	1,600	6329,0	3123	1514	1509	24,639
0,700	6044,0	1730	806	838	1,050	8510,0	2480	1324	1190	1,400	10817,0	3152	1920	1496	30,799
0,800	1328,0	1332	106	755	1,200	1550,0	1845	312	1035	1,600	1646,0	2256	621	1251	14,294
0,800	2028,0	1476	250	828	1,200	2512,0	2061	528	1145	1,600	2844,0	2543	909	1397	17,153
0,700	3491,0	1476	537	810	1,050	4762,0	2097	923	1140	1,400	5898,0	2639	1388	1421	22,871
0,750	5249,0	1752	675	959	1,125	7217,0	2494	1147	1353	1,500	8997,0	3145	1709	1690	25,730
0,700	6437,0	1728	789	938	1,050	9063,0	2474	1301	1332	1,400	11519,0	3143	1891	1677	28,589
0,550	8214,0	1476	897	787	0,825	11976,0	2142	1418	1135	1,100	15640,0	2759	1987	1451	34,306
0,975	2259,0	1565	112	889	1,462	2622,0	2165	350	1218	1,950	2766,0	2645	709	1470	21,489
0,800	3335,0	1406	428	778	1,200	4438,0	1987	765	1090	1,600	5379,0	2486	1183	1349	28,653
0,850	6550,0	1770	666	972	1,275	8978,0	2517	1138	1369	1,700	11164,0	3173	1701	1709	35,816
0,650	7895,0	1441	795	775	0,975	11388,0	2080	1274	1110	1,300	14752,0	2666	1806	1412	42,979
1,100	4097,0	2028	386	812	1,650	5026,0	2837	784	1119	2,200	5636,0	3509	1320	1358	39,208
1,100	7102,0	2330	688	916	1,650	9255,0	3289	1237	1273	2,200	11008,0	4112	1923	1564	49,009
1,100	11429,0	2631	990	1019	1,650	15465,0	3742	1690	1428	2,200	19022,0	4716	2527	1771	58,811
0,950	6081,0	1799	616	847	1,425	8175,0	2551	1072	1187	1,900	9997,0	3204	1627	1471	45,465
0,825	8352,0	1704	812	787	1,237	11784,0	2445	1330	1117	1,650	15002,0	3111	1922	1405	54,557
1,000	7088,0	1914	583	1058	1,500	9432,0	2704	1041	1481	2,000	11433,0	3384	1610	1834	41,149
1,000	9117,0	2039	708	1122	1,500	12356,0	2892	1228	1576	2,000	15217,0	3634	1860	1961	45,264
0,850	9407,0	1754	793	953	1,275	13226,0	2511	1309	1353	1,700	16792,0	3188	1906	1703	57,608
0,750	12574,0	1685	937	905	1,125	18153,0	2434	1499	1297	1,500	23528,0	3121	2123	1650	57,608
1,175	3658,0	1785	130	986	1,762	4238,0	2470	402	1351	2,350	4463,0	3018	811	1629	33,381
0,875	5270,0	1449	531	773	1,312	7189,0	2059	912	1088	1,750	8904,0	2592	1368	1355	46,362
0,850	8373,0	1587	721	838	1,275	11772,0	2273	1190	1189	1,700	14946,0	2886	1731	1495	56,635
0,700	10359,0	1403	815	729	1,050	15025,0	2030	1296	1047	1,400	19545,0	2609	1826	1335	64,907
1,150	8948,0	2031	721	806	1,725	12007,0	2883	1245	1128	2,300	14663,0	3626	1878	1396	79,526
1,250	15076,0	2519	971	994	1,875	20495,0	3585	1650	1395	2,500	25309,0	4522	2458	1733	92,781
1,250	3771,0	1748	214	748	1,875	4437,0	2431	512	1024	2,500	4755,0	2985	939	1235	52,401
1,200	6297,0	1807	422	883	1,800	8031,0	2538	806	1225	2,400	9360,0	3153	1306	1501	61,186
1,050	8376,0	1701	640	814	1,575	11426,0	2418	1093	1145	2,100	14152,0	3048	1634	1426	73,423
1,050	9007,0	1694	617	928	1,575	12287,0	2407	1060	1307	2,100	15218,0	3029	1593	1628	67,319
0,900	11384,0	1551	760	837	1,350	16177,0	2228	1239	1193	1,800	20714,0	2839	1784	1507	78,539
0,900	16634,0	1716	925	921	1,350	23923,0	2476	1486	1319	1,800	30919,0	3169	2114	1675	89,759
0,900	17018,0	1877	790	1022	1,350	23923,0	2701	1299	1460	2,050	33656,0	3831	2244	2045	84,149
0,850	17230,0	1654	910	1000	1,275	24889,0	2388	1459	1435	1,700	32274,0	3059	2069	1827	80,388
0,850	17604,0	1813	779	1108	1,275	24889,0	2611	1277	1588	1,950	35467,0	3731	2215	2246	75,364
0,700	26719,0	1572	1068	938	1,050	39410,0	2295	1665	1364	1,400	51911,0	2975	2303	1760	100,485
0,700	27059,0	1722	963	1040	1,050	39410,0	2509	1518	1509	1,700	61324,0	3841	2680	2289	94,456
1,300	4432,0	1730	125	980	1,950	5144,0	2394	388	1342	2,600	5426,0	2924	784	1620	46,177
1,000	5054,0	1366	417	754	1,500	6725,0	1931	744	1055	2,000	8152,0	2416	1150	1306	57,722
0,800	14157,0	1445	837	772	1,200	20535,0	2091	1332	1109	1,600	26712,0	2687	1877	1415	92,355
0,800	14445,0	1583	727	857	1,200	20535,0	2286	1179	1230	1,850	29661,0	3302	2039	1755	86,582
1,400	5911,0	1765	303	778	2,100	7211,0	2464	637	1070	2,800	8039,0	3042	1093	1299	84,305
1,250	7847,0	1682	520	735	1,875	10352,0	2378	926	1025	2,500	12451,0	2978	1428	1265	100,598
1,050	13677,0	1644	823	695	1,575	19394,0	2363	1338	989	2,100	24791,0	3014	1920	1246	134,130
1,050	14049,0	1788	694	771	1,575	19394,0	2564	1159	1094	2,350	26327,0	3566	1989	1495	125,747
1,100	15083,0	1693	802	812	1,650	21280,0	2428	1314	1154	2,200	27093,0	3089	1901	1452	126,750

Tableau 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
18 0093			80,00	35,50	4,00	3,75	6,20	2,20	0,550	0,550	8577,0	964	289	474
18 0094			80,00	36,00	3,00		5,70	2,70	0,900	0,675	5401,0	964	181	487
18 0095	C		80,00	41,00	2,25		5,20	2,95	1,311	0,737	3698,0	942	-9	544
18 0096	B		80,00	41,00	3,00		5,30	2,30	0,766	0,575	4450,0	774	196	434
18 0097			80,00	41,00	4,00		6,20	2,20	0,550	0,550	8726,0	883	354	486
18 0098			80,00	41,00	4,00	3,75	6,20	2,20	0,550	0,550	9220,0	965	278	538
18 0099	A		80,00	41,00	5,00		6,70	1,70	0,340	0,425	11821,0	755	439	407
18 0100			80,00	41,00	5,00	4,70	6,70	1,70	0,340	0,425	12211,0	827	385	452
18 0101	C		90,00	46,00	2,50		5,70	3,20	1,280	0,800	4232,0	886	2	509
18 0102	B		90,00	46,00	3,50		6,00	2,50	0,714	0,625	5836,0	756	216	421
18 0103	A		90,00	46,00	5,00		7,00	2,00	0,400	0,500	11267,0	728	382	394
18 0104			90,00	46,00	5,00	4,70	7,00	2,00	0,400	0,500	11713,0	796	327	437
18 0105			100,00	41,00	4,00		7,20	3,20	0,800	0,800	8715,0	944	238	437
18 0106			100,00	41,00	4,00	3,80	7,20	3,20	0,800	0,800	9215,0	1004	173	470
18 0107			100,00	41,00	5,00		7,75	2,75	0,550	0,687	12345,0	896	374	404
18 0108			100,00	41,00	5,00	4,70	7,75	2,75	0,550	0,687	13013,0	973	303	446
18 0109	C		100,00	51,00	2,70		6,20	3,50	1,296	0,875	4779,0	853	-3	490
18 0110	B		100,00	51,00	3,50		6,30	2,80	0,800	0,700	5624,0	715	167	399
18 0111			100,00	51,00	4,00		7,00	3,00	0,750	0,750	8673,0	854	225	476
18 0112			100,00	51,00	4,00	3,80	7,00	3,00	0,750	0,750	9156,0	912	165	513
18 0113			100,00	51,00	5,00		7,80	2,80	0,560	0,700	13924,0	903	355	496
18 0114			100,00	51,00	5,00	4,70	7,80	2,80	0,560	0,700	14689,0	983	281	546
18 0115	A		100,00	51,00	6,00		8,20	2,20	0,366	0,550	17061,0	763	424	411
18 0116			100,00	51,00	6,00	5,60	8,20	2,20	0,366	0,550	17753,0	843	361	461
19 0001			100,00	51,00	7,00	6,55	9,20	2,20	0,314	0,550	27374,0	950	457	516
18 0117	C		112,00	57,00	3,00		6,90	3,90	1,300	0,975	5834,0	843	-4	483
18 0118	B		112,00	57,00	4,00		7,20	3,20	0,800	0,800	7639,0	744	173	415
18 0119			112,00	57,00	4,00	3,75	7,20	3,20	0,800	0,800	8192,0	805	107	454
18 0120	A		112,00	57,00	6,00		8,50	2,50	0,416	0,625	15800,0	712	363	384
18 0121			112,00	57,00	6,00	5,60	8,50	2,50	0,416	0,625	16536,0	786	302	431
18 0122			125,00	51,00	4,00		8,50	4,50	1,125	1,125	10096,0	980	86	463
18 0123			125,00	51,00	4,00	3,80	8,50	4,50	1,125	1,125	10705,0	1031	19	492
18 0124			125,00	51,00	5,00		8,90	3,90	0,780	0,975	13063,0	913	241	420
18 0125			125,00	51,00	5,00	4,75	8,90	3,90	0,780	0,975	13804,0	972	179	452
18 0126			125,00	51,00	6,00		9,40	3,40	0,566	0,850	17027,0	859	349	386
18 0127			125,00	51,00	6,00	5,65	9,40	3,40	0,566	0,850	17944,0	931	282	426
18 0128			125,00	61,00	5,00		9,00	4,00	0,800	1,000	14615,0	930	220	500
18 0129			125,00	61,00	5,00	4,75	9,00	4,00	0,800	1,000	15455,0	990	155	538
18 0130			125,00	61,00	6,00		9,60	3,60	0,600	0,900	19789,0	908	334	481
18 0131			125,00	61,00	6,00	5,60	9,60	3,60	0,600	0,900	21079,0	996	249	535
19 0002			125,00	61,00	8,00	7,50	10,90	2,90	0,362	0,725	34434,0	937	415	492
18 0132	C		125,00	64,00	3,50		8,00	4,50	1,285	1,125	8514,0	907	0	522
18 0133	B		125,00	64,00	5,00		8,50	3,50	0,700	0,875	12238,0	778	229	433
18 0134			125,00	64,00	5,00	4,70	8,50	3,50	0,700	0,875	13031,0	842	163	475
18 0135			125,00	64,00	6,00		9,60	3,60	0,600	0,900	20348,0	912	331	504
18 0136			125,00	64,00	6,00	5,60	9,60	3,60	0,600	0,900	21674,0	1000	246	560
19 0003			125,00	64,00	7,00	6,55	10,00	3,00	0,428	0,750	25528,0	886	335	489
19 0004	A		125,00	64,00	8,00	7,50	10,60	2,60	0,325	0,650	31118,0	825	391	450
18 0137			125,00	71,00	6,00		9,30	3,30	0,550	0,825	19538,0	835	328	504
18 0138			125,00	71,00	6,00	5,60	9,30	3,30	0,550	0,825	20725,0	919	250	561
19 0005			125,00	71,00	8,00	7,45	10,90	2,90	0,362	0,725	38416,0	974	408	587
19 0006			125,00	71,00	10,00	9,30	11,80	1,80	0,180	0,450	42821,0	674	409	398
18 0139	C		140,00	72,00	3,80		8,70	4,90	1,289	1,225	9514,0	856	-2	495
18 0140	B		140,00	72,00	5,00		9,00	4,00	0,800	1,000	12014,0	745	173	419
18 0141			140,00	72,00	5,00	4,70	9,00	4,00	0,800	1,000	12847,0	803	109	457
19 0007	A		140,00	72,00	8,00	7,50	11,20	3,20	0,400	0,800	31903,0	846	343	467
18 0142			150,00	61,00	5,00		10,30	5,30	1,060	1,325	15292,0	976	114	458
18 0143			150,00	61,00	5,00	4,75	10,30	5,30	1,060	1,325	16221,0	1029	48	488

Force élastique F en N					Contrainte σ en N/mm²										Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
1,100	15512,0	1843	664	899	1,650	21280,0	2637	1124	1274	2,450	28564,0	3638	1945	1731	118,828
1,350	9196,0	1817	474	909	2,025	11919,0	2557	879	1265	2,700	14106,0	3186	1396	1556	94,401
1,475	5715,0	1749	117	1000	2,212	6613,0	2419	379	1370	2,950	6950,0	2953	778	1652	65,460
1,150	7838,0	1466	474	814	1,725	10518,0	2074	835	1142	2,300	12844,0	2600	1278	1417	87,281
1,100	16213,0	1690	783	924	1,650	22874,0	2422	1288	1314	2,200	29122,0	3078	1868	1655	116,374
1,100	16674,0	1843	642	1021	1,650	22874,0	2634	1094	1448	2,450	30703,0	3630	1906	1970	109,100
0,850	22928,0	1465	924	786	1,275	33559,0	2130	1453	1135	1,700	43952,0	2750	2028	1456	145,468
0,850	23296,0	1602	822	871	1,275	33559,0	2324	1312	1255	2,000	50035,0	3434	2269	1834	136,740
1,600	6585,0	1646	130	938	2,400	7684,0	2280	385	1286	3,200	8157,0	2787	766	1553	92,231
1,250	10416,0	1434	509	792	1,875	14161,0	2035	879	1114	2,500	17487,0	2560	1326	1387	129,124
1,000	21617,0	1406	814	757	1,500	31354,0	2035	1295	1088	2,000	40786,0	2615	1826	1387	184,463
1,000	22035,0	1535	712	837	1,500	31354,0	2217	1153	1201	2,300	45141,0	3188	1979	1707	173,395
1,600	15219,0	1788	577	818	2,400	20251,0	2530	1017	1144	3,200	24547,0	3172	1557	1414	205,153
1,600	15683,0	1898	457	880	2,400	20251,0	2681	851	1228	3,400	24574,0	3503	1501	1577	194,896
1,375	22937,0	1717	823	767	2,062	32361,0	2464	1346	1089	2,750	41201,0	3136	1944	1370	256,441
1,375	23561,0	1862	691	846	2,062	32361,0	2665	1164	1198	3,050	43381,0	3669	1933	1622	241,055
1,750	7410,0	1584	116	902	2,625	8609,0	2192	357	1235	3,500	9091,0	2678	721	1491	123,164
1,400	9823,0	1351	411	749	2,100	13070,0	1909	734	1049	2,800	15843,0	2389	1136	1298	159,657
1,500	15341,0	1618	540	894	2,250	20674,0	2292	944	1255	3,000	25338,0	2877	1439	1559	182,465
1,500	15789,0	1724	429	962	2,250	20674,0	2437	792	1348	3,200	25555,0	3198	1394	1747	173,342
1,400	25810,0	1728	789	942	2,100	36339,0	2475	1301	1337	2,800	46189,0	3144	1891	1683	228,081
1,400	26525,0	1877	651	1036	2,100	36339,0	2682	1111	1468	3,100	48503,0	3676	1923	1987	214,397
1,100	32937,0	1477	897	790	1,650	48022,0	2143	1418	1139	2,200	62711,0	2760	1987	1457	273,698
1,100	33589,0	1629	778	885	1,650	48022,0	2358	1253	1273	2,600	71153,0	3483	2207	1858	255,451
1,100	52454,0	1843	972	996	1,650	75840,0	2679	1543	1439	2,650	115982,0	4053	2729	2152	298,787
1,950	9038,0	1565	112	889	2,925	10489,0	2165	350	1218	3,900	11064,0	2645	709	1470	171,917
1,600	13341,0	1406	428	778	2,400	17752,0	1987	765	1090	3,200	21518,0	2486	1183	1349	229,222
1,600	13855,0	1518	305	850	2,400	17752,0	2139	595	1188	3,450	21468,0	2816	1114	1542	214,896
1,250	30215,0	1373	777	737	1,875	43707,0	1985	1239	1058	2,500	56737,0	2548	1752	1348	343,833
1,250	30906,0	1513	662	824	1,875	43707,0	2182	1081	1181	2,900	62863,0	3152	1894	1685	320,911
2,250	16265,0	1832	299	856	3,375	19817,0	2556	640	1178	4,500	22060,0	3153	1109	1431	321,182
2,250	16830,0	1924	176	908	3,375	19817,0	2680	471	1249	4,700	21268,0	3394	994	1554	305,123
1,950	22931,0	1730	579	787	2,925	30669,0	2451	1012	1102	3,900	37342,0	3076	1541	1363	401,478
1,950	23619,0	1838	463	847	2,925	30669,0	2599	852	1183	4,150	37492,0	3405	1492	1524	381,404
1,700	31514,0	1645	770	733	2,550	44307,0	2358	1264	1039	3,400	56254,0	2999	1832	1306	481,773
1,700	32369,0	1779	647	806	2,550	44307,0	2544	1095	1140	3,750	58923,0	3482	1868	1535	453,700
2,000	25526,0	1758	542	938	3,000	33965,0	2485	965	1312	4,000	41170,0	3111	1489	1624	366,953
2,000	26305,0	1869	421	1007	3,000	33965,0	2637	799	1407	4,250	41217,0	3439	1428	1811	348,605
1,800	36336,0	1734	749	911	2,700	50722,0	2479	1247	1290	3,600	64028,0	3141	1827	1619	440,343
1,800	37539,0	1897	592	1011	2,700	50722,0	2703	1031	1429	4,000	66696,0	3701	1831	1929	410,987
1,450	65305,0	1812	893	945	2,175	93577,0	2625	1432	1359	3,400	138144,0	3856	2486	1972	550,429
2,250	13231,0	1684	129	961	3,375	15416,0	2331	388	1318	4,500	16335,0	2849	777	1591	248,775
1,750	21924,0	1477	537	816	2,625	29908,0	2099	923	1149	3,500	37041,0	2641	1387	1432	355,393
1,750	22661,0	1596	415	893	2,625	29908,0	2262	754	1254	3,800	37673,0	3017	1350	1651	334,069
1,800	37362,0	1741	746	955	2,700	52155,0	2487	1243	1352	3,600	65836,0	3150	1823	1697	426,471
1,800	38599,0	1905	587	1059	2,700	52155,0	2714	1024	1497	4,000	68579,0	3713	1825	2022	398,040
1,500	47615,0	1706	738	935	2,250	67216,0	2458	1208	1338	3,450	95795,0	3521	2099	1893	465,564
1,300	59520,0	1599	833	867	1,950	85926,0	2322	1326	1252	3,100	129972,0	3477	2322	1854	533,039
1,650	36302,0	1598	728	959	2,475	51217,0	2288	1201	1363	3,300	65207,0	2905	1746	1718	391,515
1,650	37411,0	1754	583	1065	2,475	51217,0	2504	1001	1511	3,700	68887,0	3464	1776	2067	365,414
1,450	72705,0	1882	883	1128	2,175	103964,0	2723	1424	1623	3,450	154927,0	4042	2537	2384	486,131
0,900	84082,0	1322	845	779	1,350	124124,0	1943	1306	1141	2,500	223282,0	3413	2605	1986	606,848
2,450	14773,0	1590	119	911	3,675	17195,0	2201	362	1249	4,900	18199,0	2690	728	1508	337,734
2,000	20982,0	1408	428	787	3,000	27920,0	1990	764	1101	4,000	33843,0	2490	1182	1363	444,388
2,000	21756,0	1518	310	856	3,000	27920,0	2136	601	1196	4,300	33792,0	2807	1117	1551	417,724
1,600	59967,0	1631	747	895	2,400	85251,0	2355	1213	1284	3,700	123137,0	3402	2098	1832	666,581
2,650	25021,0	1829	352	848	3,975	31041,0	2559	712	1171	5,300	35207,0	3165	1196	1426	578,881
2,650	25883,0	1925	228	903	3,975	31041,0	2688	542	1245	5,550	34160,0	3422	1088	1557	549,937

Tabelle 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
18 0144			150,00	61,00	6,00		10,80	4,80	0,800	1,200	19560,0	946	239	435
18 0145			150,00	61,00	6,00	5,70	10,80	4,80	0,800	1,200	20684,0	1006	174	463
19 0008			150,00	61,00	7,00	6,55	11,80	4,80	0,685	1,200	30593,0	1135	245	525
18 0146			150,00	71,00	6,00		10,85	4,85	0,808	1,212	21067,0	943	221	494
18 0147			150,00	71,00	6,00	5,60	10,85	4,85	0,808	1,212	22703,0	1023	131	544
19 0009			150,00	71,00	8,00	7,50	12,05	4,05	0,506	1,012	35885,0	983	321	510
19 0010			150,00	81,00	8,00	7,50	12,00	4,00	0,500	1,000	38230,0	982	315	572
19 0011			150,00	81,00	10,00	9,40	13,40	3,40	0,340	0,850	57601,0	950	438	544
18 0148	C		160,00	82,00	4,30		9,90	5,60	1,302	1,400	12162,0	852	-6	491
18 0149			160,00	82,00	4,30	4,15	9,90	5,60	1,302	1,400	12653,0	880	-45	510
18 0150	B		160,00	82,00	6,00		10,50	4,50	0,750	1,125	17203,0	751	197	420
18 0151			160,00	82,00	6,00	5,60	10,50	4,50	0,750	1,125	18496,0	818	125	464
19 0012	A		160,00	82,00	10,00	9,40	13,50	3,50	0,350	0,875	50547,0	857	390	469
19 0013			160,00	82,00	11,00	10,20	14,50	3,50	0,318	0,875	66678,0	943	434	515
18 0152	C		180,00	92,00	4,80		11,00	6,20	1,291	1,550	14646,0	828	-2	476
18 0153			180,00	92,00	4,80	4,60	11,00	6,20	1,291	1,550	15352,0	861	-48	498
18 0154	B		180,00	92,00	6,00		11,10	5,10	0,850	1,275	16558,0	705	144	396
18 0155			180,00	92,00	6,00	5,60	11,10	5,10	0,850	1,275	17866,0	765	76	435
19 0014	A		180,00	92,00	10,00	9,40	14,00	4,00	0,400	1,000	46850,0	796	327	437
19 0015			180,00	92,00	13,00	12,10	16,50	3,50	0,269	0,875	84574,0	849	438	460
18 0173			200,00	82,00	5,00	4,80	10,50	5,50	1,100	1,375	9700,0	600	26	290
18 0174			200,00	82,00	6,00	5,80	13,00	7,00	1,1767	1,750	22300,0	940	22	450
19 0016			200,00	82,00	8,00	7,50	14,20	6,20	0,775	1,550	35519,0	977	162	458
19 0041		*	200,00	82,00	8,50	8,10	14,50	6,00	0,706	1,500	38500,0	960	220	440
19 0017			200,00	82,00	10,00	9,40	15,50	5,50	0,550	1,375	52053,0	973	303	446
19 0018			200,00	82,00	12,00	11,25	16,60	4,60	0,383	1,150	67868,0	898	393	404
19 0042			200,00	82,00	13,00	12,10	16,50	3,50	0,269	0,875	62100,0	700	370	310
19 0019			200,00	92,00	10,00	9,40	15,60	5,60	0,560	1,400	55657,0	980	289	498
19 0020			200,00	92,00	12,00	11,25	16,80	4,80	0,400	1,200	74572,0	930	385	465
19 0021			200,00	92,00	14,00	13,05	18,10	4,10	0,292	1,025	95817,0	877	441	433
18 0156	C		200,00	102,00	5,50		12,50	7,00	1,272	1,750	19817,0	861	5	494
18 0157			200,00	102,00	5,50	5,30	12,50	7,00	1,272	1,750	20659,0	892	-37	514
19 0022	B		200,00	102,00	8,00	7,50	13,60	5,60	0,700	1,400	33367,0	845	160	475
19 0043		*	200,00	102,00	8,30	7,80	14,30	6,00	0,723	1,500	40500,0	950	170	530
19 0044		*	200,00	102,00	9,00	8,60	14,60	5,60	0,622	1,400	44100,0	890	240	500
19 0023			200,00	102,00	10,00	9,40	15,60	5,60	0,560	1,400	58756,0	983	281	546
19 0045		*	200,00	102,00	11,00	10,30	15,00	4,00	0,364	1,000	49500,0	700	300	380
19 0024	A		200,00	102,00	12,00	11,25	16,20	4,20	0,350	1,050	66983,0	792	357	432
19 0025			200,00	102,00	14,00	13,05	18,20	4,20	0,300	1,050	103986,0	904	441	491
18 0175		*	200,00	112,00	6,00	5,80	12,00	6,00	1,000	1,500	19700,0	770	50	470
19 0026			200,00	112,00	12,00	11,25	16,20	4,20	0,350	1,050	71671,0	809	359	480
19 0027			200,00	112,00	14,00	13,05	17,50	3,50	0,250	0,875	90576,0	745	397	438
19 0046		*	200,00	112,00	15,00	14,00	18,00	3,00	0,200	0,750	93500,0	660	390	390
19 0028			200,00	112,00	16,00	14,80	19,80	3,80	0,237	0,950	146464,0	927	493	545
19 0029	C		225,00	112,00	6,50	6,20	13,60	7,10	1,092	1,775	23582,0	794	15	446
19 0030	B		225,00	112,00	8,00	7,50	14,50	6,50	0,812	1,625	32870,0	812	104	450
19 0047		*	225,00	112,00	9,00	8,45	15,50	6,50	0,722	1,625	43600,0	880	160	480
19 0048		*	225,00	112,00	10,00	9,40	16,20	6,20	0,620	1,550	52800,0	880	220	480
19 0049		*	225,00	112,00	10,80	10,00	16,50	5,70	0,528	1,425	58100,0	850	240	470
19 0031	A		225,00	112,00	12,00	11,25	17,00	5,00	0,416	1,250	64497,0	772	304	415
19 0032			225,00	112,00	16,00	14,90	20,50	4,50	0,281	1,125	128407,0	864	438	458
19 0033			250,00	102,00	10,00	9,40	18,00	8,00	0,800	2,000	58157,0	1017	160	476
19 0034			250,00	102,00	12,00	11,25	19,00	7,00	0,583	1,750	75052,0	971	276	445
19 0035	C		250,00	127,00	7,00	6,70	14,80	7,80	1,114	1,950	26895,0	767	10	438
19 0050		*	250,00	127,00	7,50	7,00	16,50	9,00	1,200	2,250	41900,0	1000	53	580
19 0036			250,00	127,00	8,00	7,50	16,00	8,00	1,000	2,000	38439,0	877	30	500
19 0051		*	250,00	127,00	9,00	8,45	16,60	7,60	0,844	1,900	45900,0	880	98	500
19 0052		*	250,00	127,00	9,20	8,60	17,40	8,20	0,891	2,050	55200,0	990	80	560

Force élastique F en N					Contrainte σ en N/mm²										Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
2,400	34161,0	1791	579	814	3,600	45456,0	2535	1020	1138	4,800	55098,0	3178	1562	1406	694,658
2,400	35204,0	1901	459	875	3,600	45456,0	2686	855	1221	5,100	55161,0	3510	1506	1569	659,925
2,400	53294,0	2156	604	986	3,600	70442,0	3062	1079	1385	5,250	89248,0	4119	1919	1830	758,335
2,425	36714,0	1782	545	926	3,637	48749,0	2518	973	1295	4,850	58978,0	3152	1503	1602	645,829
2,425	38235,0	1930	379	1017	3,637	48749,0	2721	743	1420	5,250	58662,0	3591	1408	1846	602,774
2,025	65655,0	1884	725	969	3,037	91060,0	2702	1212	1378	4,550	124679,0	3769	2094	1895	807,287
2,000	70060,0	1881	713	1088	3,000	97319,0	2697	1195	1549	4,500	133637,0	3764	2074	2136	737,000
1,700	109889,0	1839	938	1049	2,550	158300,0	2668	1498	1512	4,000	236018,0	3941	2593	2211	923,710
2,800	18832,0	1581	111	904	4,200	21843,0	2188	350	1238	5,600	23022,0	2672	712	1494	500,409
2,800	19288,0	1632	38	938	4,200	21843,0	2256	250	1284	5,750	22250,0	2797	634	1572	482,953
2,250	30431,0	1423	474	790	3,375	41008,0	2016	830	1109	4,500	50260,0	2530	1264	1377	698,246
2,250	31633,0	1547	341	870	3,375	41008,0	2186	646	1218	4,900	50562,0	2908	1203	1599	651,696
1,750	96216,0	1658	836	902	2,625	138331,0	2403	1338	1299	4,100	204958,0	3533	2310	1889	1094,000
1,750	127338,0	1827	925	994	2,625	183518,0	2655	1474	1436	4,300	284160,0	4078	2686	2179	1187,000
3,100	22731,0	1537	115	877	4,650	26442,0	2128	350	1201	6,200	27966,0	2600	703	1450	708,337
3,100	23387,0	1597	30	916	4,650	26442,0	2208	233	1255	6,400	26839,0	2747	612	1540	678,822
2,550	28552,0	1331	368	742	3,825	37502,0	1875	672	1035	5,100	44930,0	2340	1057	1278	885,421
2,550	29767,0	1440	243	812	3,825	37502,0	2024	499	1132	5,500	44355,0	2654	974	1464	826,393
2,000	88141,0	1535	712	837	3,000	125417,0	2217	1153	1201	4,600	180562,0	3188	1979	1707	1387,000
1,750	163392,0	1653	922	892	2,625	237883,0	2412	1452	1294	4,400	381593,0	3811	2664	2021	1786,000
2,750	15400,0	1130	130	530	4,125	18400,0	1570	310	730	5,700	20100,0	1980	620	910	980,000
3,500	35000,0	1750	170	830	5,250	41200,0	2440	450	1140	7,200	44200,0	3050	900	1400	1190,000
3,100	60470,0	1847	431	857	4,650	78034,0	2611	806	1198	6,700	95329,0	3458	1466	1558	1539,000
3,000	67200,0	1810	540	830	4,500	89300,0	2580	960	1170	6,400	112100,0	3400	1620	1520	1660,000
2,750	94245,0	1862	691	846	4,125	129445,0	2665	1164	1198	6,100	173523,0	3669	1993	1622	1928,000
2,300	128082,0	1735	847	774	3,450	182737,0	2512	1361	1111	5,350	266449,0	3662	2345	1594	2308,000
1,750	120000,0	1360	780	600	2,625	174800,0	1990	1220	870	4,400	280300,0	3150	2240	1360	2480,000
2,800	100501,0	1873	665	943	4,200	137688,0	2677	1130	1336	6,200	183777,0	3673	1946	1806	1828,000
2,400	140170,0	1794	836	890	3,600	199269,0	2591	1354	1276	5,550	287825,0	3747	2335	1819	2187,000
2,050	184267,0	1706	931	837	3,075	267227,0	2485	1471	1211	5,050	418519,0	3846	2649	1850	2537,000
3,500	30882,0	1599	131	910	5,250	36111,0	2216	381	1247	7,000	38423,0	2709	752	1507	1004,000
3,500	31663,0	1655	54	946	5,250	36111,0	2289	274	1296	7,200	37138,0	2845	671	1590	967,970
2,800	57955,0	1601	409	892	4,200	76378,0	2268	747	1254	6,100	96202,0	3031	1347	1654	1368,000
3,000	70000,0	1790	440	1000	4,500	91800,0	2530	810	1400	6,500	114600,0	3370	1470	1840	1420,000
2,800	78800,0	1700	570	940	4,200	107100,0	2420	980	1330	6,000	138600,0	3220	1640	1750	1570,000
2,800	106099,0	1877	651	1036	4,200	145357,0	2682	1111	1468	6,200	194014,0	3676	1923	1987	1716,000
2,000	93900,0	1350	660	730	3,000	134500,0	1950	1050	1050	4,700	198700,0	2870	1840	1530	1880,000
2,100	127401,0	1532	766	831	3,150	183020,0	2221	1227	1196	4,950	272297,0	3282	2136	1747	2053,000
2,100	199671,0	1755	935	948	3,150	289181,0	2554	1481	1371	5,150	450249,0	3931	2667	2085	2381,000
3,000	32200,0	1430	200	880	4,500	39700,0	2000	450	1210	6,200	45100,0	2530	850	1520	980,000
2,100	136317,0	1564	772	923	3,150	195830,0	2266	1238	1330	4,950	291355,0	3345	2160	1944	1904,000
1,750	175719,0	1452	832	850	2,625	256758,0	2121	1306	1236	4,450	418407,0	3394	2414	1959	2209,000
1,500	183100,0	1290	810	750	2,250	269700,0	1900	1260	1100	4,000	465200,0	3200	2400	1840	2370,000
1,900	284370,0	1808	1032	1059	2,850	415725,0	2644	1616	1542	5,000	699348,0	4368	3106	2521	2505,000
3,550	37417,0	1482	136	825	5,325	44580,0	2063	364	1137	7,400	48614,0	2608	764	1418	1455,000
3,250	55412,0	1531	301	842	4,875	70749,0	2158	591	1176	7,000	85127,0	2836	1110	1524	1761,000
3,250	75300,0	1660	410	910	4,875	98800,0	2350	760	1270	7,050	123300,0	3130	1370	1670	1980,000
3,100	93900,0	1680	520	910	4,650	126700,0	2400	910	1290	6,800	164800,0	3240	1590	1720	2200,000
2,850	105200,0	1630	560	880	4,275	144400,0	2340	960	1250	6,500	197000,0	3290	1720	1740	2350,000
2,500	120738,0	1488	666	794	3,750	171016,0	2146	1084	1137	5,750	244783,0	3080	1872	1612	2641,000
2,250	247489,0	1680	923	886	3,375	359590,0	2449	1456	1283	5,600	569897,0	3829	2651	1983	3498,000
4,000	98485,0	1922	432	889	6,000	126387,0	2713	817	1241	8,600	152967,0	3574	1487	1605	3019,000
3,500	134524,0	1854	640	842	5,250	182962,0	2648	1093	1190	7,750	242024,0	3630	1894	1603	3613,000
3,900	42527,0	1430	123	810	5,850	50466,0	1989	340	1116	8,100	54733,0	2506	718	1388	1915,000
4,500	64400,0	1860	40	1060	6,750	73500,0	2580	270	1460	9,500	75100,0	3260	740	1820	2000,000
4,000	61836,0	1641	173	928	6,000	74819,0	2292	429	1284	8,500	83455,0	2947	908	1628	2144,000
3,800	76800,0	1650	300	930	5,700	97300,0	2330	600	1290	8,150	115600,0	3040	1150	1670	2420,000
4,100	91000,0	1860	280	1050	6,150	113400,0	2620	600	1460	8,800	132000,0	3410	1200	1870	2460,000

Tableau 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
19 0037	B		250,00	127,00	10,00	9,40	17,00	7,00	0,700	1,750	51871,0	842	163	471
19 0053		*	250,00	127,00	10,50	9,90	18,00	7,50	0,714	1,875	64800,0	950	180	530
19 0054		*	250,00	127,00	11,00	10,40	18,80	7,80	0,709	1,950	77000,0	1030	200	580
19 0038			250,00	127,00	12,00	11,25	19,30	7,30	0,608	1,825	87633,0	1011	251	563
19 0055		*	250,00	127,00	13,00	12,20	19,60	6,60	0,508	1,650	93900,0	940	300	520
19 0056		*	250,00	127,00	13,50	12,60	19,60	6,10	0,452	1,525	94200,0	880	310	480
19 0039	A		250,00	127,00	14,00	13,10	19,60	5,60	0,400	1,400	93239,0	813	328	444
19 0057		*	250,00	127,00	14,50	13,60	20,00	5,50	0,379	1,375	100400,0	820	350	440
19 0058		*	250,00	127,00	15,00	14,10	21,00	6,00	0,400	1,500	122500,0	930	380	510
19 0040			250,00	127,00	16,00	14,90	21,80	5,80	0,362	1,450	141529,0	949	406	517
19 0059		*	250,00	127,00	16,80	15,65	22,00	5,20	0,310	1,300	142800,0	870	410	470
19 0060		*	250,00	127,00	17,50	16,35	22,00	4,50	0,257	1,125	136000,0	750	400	400
19 0061		*	250,00	127,00	18,50	17,30	23,00	4,50	0,243	1,125	159700,0	790	440	420
19 0062		*	270,00	127,00	10,65	10,00	18,00	7,35	0,690	1,838	53800,0	800	160	420
19 0063		*	270,00	142,00	22,00		26,90	4,90	0,223	1,225	248700,0	780	550	430
19 0064		*	280,00	127,00	12,00	11,40	21,40	9,40	0,783	2,350	95400,0	1110	190	560
19 0065		*	280,00	127,00	19,00	18,00	25,00	6,00	0,316	1,500	178200,0	880	450	430
19 0066		*	280,00	142,00	12,00	11,30	21,00	9,00	0,750	2,250	95100,0	1060	180	590
19 0067		*	280,00	142,00	15,00	14,10	21,40	6,40	0,427	1,600	105700,0	800	310	440
19 0068		*	280,00	142,00	16,60	15,60	23,25	6,65	0,401	1,663	146600,0	910	370	490
19 0069		*	280,00	142,00	17,45	16,40	23,90	6,45	0,370	1,613	162300,0	910	400	490
19 0070		*	280,00	142,00	18,00	16,90	24,00	6,00	0,333	1,500	162600,0	860	400	460
19 0071		*	280,00	142,00	18,90	17,80	24,60	5,70	0,302	1,425	175800,0	830	420	450
19 0072		*	280,00	142,00	20,30	19,10	25,40	5,10	0,251	1,275	190600,0	780	430	420
19 0073		*	280,00	142,00	22,00	20,65	26,35	4,35	0,198	1,088	202800,0	700	430	370
19 0074		*	280,00	152,00	12,80	11,90	19,80	7,00	0,547	1,750	82100,0	820	220	480
19 0075		*	280,00	152,00	15,00	14,00	21,40	6,40	0,427	1,600	111300,0	820	300	480
19 0076		*	280,00	152,00	18,50	17,40	23,60	5,10	0,276	1,275	152700,0	730	380	420
19 0077		*	300,00	127,00	12,00	11,30	21,00	9,00	0,750	2,250	76300,0	930	170	440
19 0078		*	300,00	127,00	13,00	12,30	20,50	7,50	0,577	1,875	70900,0	770	230	360
19 0079		*	300,00	127,00	14,00	13,30	21,00	7,00	0,500	1,750	78300,0	740	270	340
19 0080		*	300,00	127,00	15,30		22,80	7,50	0,490	1,875	104600,0	800	370	370
19 0081		*	300,00	127,00	16,00	15,20	24,30	8,30	0,519	2,075	140200,0	1010	350	470
19 0082		*	300,00	127,00	17,00	16,10	23,80	6,80	0,400	1,700	128400,0	830	360	380
19 0083		*	300,00	127,00	17,40	16,45	22,65	5,25	0,302	1,313	101100,0	620	320	280
19 0084		*	300,00	152,00	8,50	8,25	16,80	8,30	0,976	2,075	31300,0	640	60	360
19 0085		*	300,00	152,00	10,00	9,40	20,00	10,00	1,000	2,500	64900,0	950	40	540
19 0086		*	300,00	152,00	12,00	11,30	21,00	9,00	0,750	2,250	82800,0	920	150	520
19 0087		*	300,00	152,00	13,00	12,20	22,00	9,00	0,692	2,250	101200,0	970	190	540
19 0088		*	300,00	152,00	14,00	13,20	22,00	8,00	0,571	2,000	102500,0	880	250	480
19 0089		*	300,00	152,00	14,50	13,60	22,00	7,50	0,517	1,875	103400,0	830	260	460
19 0090		*	300,00	152,00	15,00	14,10	23,00	8,00	0,533	2,000	123100,0	920	280	510
19 0091		*	300,00	152,00	15,50	14,60	23,50	8,00	0,516	2,000	134100,0	940	300	520
19 0092		*	300,00	152,00	16,10	15,10	23,70	7,60	0,472	1,900	139200,0	910	320	500
19 0093		*	300,00	152,00	16,50		23,00	6,50	0,394	1,625	117500,0	700	370	380
19 0094		*	300,00	152,00	17,00	16,00	24,40	7,40	0,435	1,850	155600,0	920	350	500
19 0095		*	300,00	152,00	18,00	16,80	25,00	7,00	0,389	1,750	170900,0	910	370	490
19 0096		*	300,00	152,00	18,50	17,40	25,00	6,50	0,351	1,625	167900,0	840	380	450
19 0097		*	300,00	152,00	19,50	18,30	26,20	6,70	0,344	1,675	202200,0	910	420	490
19 0098		*	300,00	152,00	20,00	18,80	25,50	5,50	0,275	1,375	173000,0	730	390	390
19 0099		*	300,00	152,00	20,50	19,30	26,50	6,00	0,293	1,500	204700,0	820	420	440
19 0100		*	300,00	182,00	12,00	11,10	18,00	6,00	0,500	1,500	54400,0	590	170	380
19 0101		*	320,00	172,00	8,10	7,60	16,30	8,20	1,012	2,050	26200,0	560	10	340
19 0102		*	320,00	172,00	9,00	8,50	19,00	10,00	1,111	2,500	47000,0	790	10	470
19 0103		*	320,00	172,00	13,00	12,20	20,00	7,00	0,538	1,750	64400,0	620	180	360
19 0104		*	320,00	172,00	15,00	14,10	21,00	6,00	0,400	1,500	77600,0	570	230	330
19 0105		*	340,00	172,00	9,20	8,65	19,40	10,20	1,109	2,550	43700,0	720	10	410
19 0106		*	340,00	172,00	9,50	8,90	20,80	11,30	1,189	2,825	57000,0	850	40	490

Force élastique F en N / Contrainte σ en N/mm²															Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
3,500	90206,0	1595	415	886	5,250	119053,0	2260	755	1244	7,600	149964,0	3014	1350	1638	2687,000
3,750	112500,0	1800	460	1000	5,625	148100,0	2550	840	1400	8,100	185500,0	3380	1500	1840	2830,000
3,900	133900,0	1950	520	1080	5,850	176900,0	2760	940	1520	8,400	222000,0	3660	1650	1990	2970,000
3,650	156021,0	1926	599	1063	5,475	210806,0	2743	1045	1502	8,050	275879,0	3730	1839	2016	3216,000
3,300	171800,0	1800	680	990	4,950	238300,0	2580	1150	1400	7,400	325800,0	3590	1980	1930	3490,000
3,050	174400,0	1700	700	930	4,575	244700,0	2440	1150	1320	7,000	345300,0	3480	2010	1860	3600,000
2,800	175145,0	1568	715	851	4,200	248828,0	2264	1160	1221	6,500	360229,0	3281	2018	1748	3745,000
2,750	189700,0	1570	750	850	4,125	270800,0	2280	1210	1220	6,400	395600,0	3310	2090	1760	3890,000
3,000	230500,0	1790	830	970	4,500	327900,0	2580	1350	1390	6,900	472100,0	3720	2310	1980	4030,000
2,900	267853,0	1833	875	993	4,350	383017,0	2655	1408	1428	6,900	570770,0	3944	2500	2096	4260,000
2,600	273500,0	1680	880	900	3,900	395400,0	2440	1390	1310	6,350	611600,0	3740	2510	1980	4470,000
2,250	263600,0	1460	850	780	3,375	384900,0	2140	1330	1140	5,650	619500,0	3390	2410	1780	4670,000
2,250	310400,0	1530	910	820	3,375	454300,0	2240	1420	1190	5,700	739800,0	3590	2600	1890	4950,000
3,675	93700,0	1520	410	790	5,513	123900,0	2150	740	1110	8,000	156700,0	2880	1320	1460	3500,000
2,450	490700,0	1530	1130	830	3,675	728300,0	2250	1750	1210	4,900	963500,0	2930	2400	1580	7150,000
4,700	163100,0	2090	500	1060	7,050	211600,0	2950	940	1480	10,000	258300,0	3860	1650	1900	4380,000
3,000	342600,0	1710	950	830	4,500	496800,0	2490	1510	1200	7,000	741600,0	3670	2550	1740	6910,000
4,500	163400,0	2000	470	1110	6,750	212900,0	2820	880	1560	9,700	262900,0	3730	1590	2030	4060,000
3,200	197600,0	1540	680	840	4,800	279500,0	2220	1120	1200	7,300	396800,0	3160	1910	1690	5060,000
3,325	275800,0	1750	810	950	4,988	392300,0	2530	1310	1360	7,650	564800,0	3640	2260	1930	5600,000
3,225	307600,0	1760	860	950	4,838	440400,0	2540	1380	1360	7,500	645100,0	3700	2380	1960	5890,000
3,000	310600,0	1660	860	890	4,500	447900,0	2400	1370	1290	7,100	672000,0	3570	2370	1890	6070,000
2,850	338300,0	1620	890	870	4,275	491000,0	2350	1410	1250	6,800	748700,0	3540	2450	1870	6390,000
2,550	370300,0	1510	903	810	3,825	542100,0	2210	1410	1170	6,300	862700,0	3460	2510	1820	6860,000
2,175	397600,0	1360	880	720	3,263	586300,0	2000	1360	1060	5,700	996900,0	3330	2550	1740	7410,000
3,500	148000,0	1560	520	910	5,250	202500,0	2230	890	1290	7,900	273200,0	3110	1590	1780	4060,000
3,200	207500,0	1580	670	910	4,800	292700,0	2270	1100	1300	7,400	418700,0	3260	1930	1850	4770,000
2,550	295400,0	1420	800	810	3,825	430600,0	2060	1270	1170	6,200	671500,0	3170	2230	1780	5930,000
4,500	131000,0	1750	440	830	6,750	170700,0	2480	810	1170	9,700	210800,0	3280	1440	1520	5150,000
3,750	127800,0	1460	530	680	5,625	174900,0	2090	900	970	8,200	231100,0	2840	1520	1290	5600,000
3,500	144200,0	1410	600	660	5,250	201400,0	2030	980	930	7,700	273700,0	2790	1630	1260	6060,000
3,750	197000,0	1540	800	700	5,625	281200,0	2210	1290	1000	7,500	361400,0	2830	1840	1270	6970,000
4,150	257000,0	1930	790	900	6,225	357400,0	2770	1310	1270	9,100	482200,0	3790	2170	1720	6920,000
3,400	242200,0	1600	780	730	5,100	345500,0	2310	1260	1050	7,700	492600,0	3280	2100	1470	7330,000
2,625	194800,0	1200	690	550	3,938	283000,0	1750	1080	790	6,200	428200,0	2620	1840	1160	7490,000
4,150	51500,0	1200	200	670	6,225	64100,0	1680	420	930	8,550	73700,0	2130	760	1160	3400,000
5,000	104500,0	1780	190	1000	7,500	126600,0	2480	470	1390	10,600	141500,0	3180	990	1750	3880,000
4,500	142200,0	1740	410	970	6,750	185300,0	2460	760	1350	9,700	228900,0	3250	1380	1770	4660,000
4,500	176200,0	1850	480	1020	6,750	232800,0	2620	880	1440	9,800	294200,0	3500	1580	1900	5030,000
4,000	184700,0	1670	580	920	6,000	252700,0	2380	980	1300	8,800	335200,0	3250	1690	1750	5440,000
3,750	188600,0	1590	590	870	5,625	260900,0	2280	1000	1240	8,400	355300,0	3170	1730	1700	5610,000
4,000	223900,0	1770	650	970	6,000	308900,0	2530	1090	1370	8,900	417100,0	3490	1880	1870	5820,000
4,000	245200,0	1800	690	990	6,000	339900,0	2590	1150	1400	8,900	461800,0	3570	1970	1910	6020,000
3,800	257000,0	1750	710	960	5,700	359500,0	2520	1180	1360	8,600	500100,0	3550	2030	1890	6230,000
3,250	225600,0	1350	790	720	4,875	327600,0	1960	1260	1040	6,500	426400,0	2520	1770	1320	6810,000
3,700	290300,0	1760	770	960	5,550	410000,0	2540	1270	1370	8,400	578800,0	3600	2160	1920	6600,000
3,500	321700,0	1750	800	950	5,250	457700,0	2520	1300	1360	8,200	669000,0	3690	2280	1960	6930,000
3,250	319600,0	1620	820	870	4,875	459500,0	2350	1300	1250	7,600	679600,0	3440	2250	1820	7180,000
3,350	385200,0	1760	890	950	5,025	554200,0	2550	1420	1360	7,900	826600,0	3770	2480	1990	7550,000
2,750	334500,0	1420	810	760	4,125	487600,0	2070	1280	1100	6,700	761900,0	3190	2260	1680	7750,000
3,000	394700,0	1600	900	860	4,500	573800,0	2330	1410	1240	7,200	881200,0	3530	2460	1860	7960,000
3,000	99100,0	1130	390	730	4,500	136900,0	1620	660	1030	6,900	189600,0	2290	1210	1450	3890,000
4,100	42000,0	1050	100	630	6,150	50600,0	1470	260	870	8,700	56200,0	1890	570	1100	3410,000
5,000	73900,0	1470	90	880	7,500	87100,0	2050	302	1210	10,500	93500,0	2590	690	1510	3820,000
3,500	117000,0	1190	420	690	5,250	161000,0	1710	720	980	7,800	217100,0	2360	1250	1330	5480,000
3,000	146100,0	1100	510	630	4,500	207900,0	1590	820	900	6,900	299300,0	2290	1410	1280	6330,000
5,100	68600,0	1350	90	760	7,650	80700,0	1870	280	1050	10,750	86300,0	2380	640	1320	4590,000
5,650	87900,0	1590	50	900	8,475	100800,0	2200	250	1240	11,900	104000,0	2790	650	1550	4720,000

Tableau 6.1

Réf. de cde.	DIN Série	Non dispo. sur stock	Dimensions en mm							Course s en mm				
										$s = 0{,}25\ h_o$				
			D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}
19 0107		*	340,00	172,00	10,50	9,90	22,50	12,00	1,143	3,000	78300,0	980	20	560
19 0108		*	340,00	172,00	11,00	10,40	22,40	11,40	1,036	2,850	78300,0	930	30	530
19 0109		*	340,00	172,00	11,50	10,80	22,90	11,40	0,991	2,850	87000,0	970	40	550
19 0110		*	340,00	172,00	12,50	11,80	23,00	10,50	0,840	2,625	90800,0	900	110	510
19 0111		*	340,00	172,00	13,50	12,70	23,50	10,00	0,741	2,500	101300,0	890	150	500
19 0112		*	340,00	172,00	13,70	12,90	24,30	10,60	0,774	2,650	115000,0	970	150	550
19 0113		*	340,00	172,00	14,20	13,30	24,40	10,20	0,718	2,550	118800,0	950	170	530
19 0114		*	340,00	172,00	14,60	13,70	25,10	10,50	0,719	2,625	132700,0	1010	180	560
19 0115		*	340,00	172,00	15,30	14,40	24,70	9,40	0,614	2,350	126200,0	900	220	500
19 0116		*	340,00	172,00	15,80	14,80	25,50	9,70	0,614	2,425	144000,0	960	230	530
19 0117		*	340,00	172,00	16,20	15,20	25,60	9,40	0,580	2,350	146700,0	940	250	520
19 0118		*	340,00	172,00	17,00	16,00	25,30	8,30	0,488	2,075	140300,0	820	280	450
19 0119		*	340,00	172,00	17,30	16,30	26,10	8,80	0,509	2,200	158700,0	900	290	490
19 0120		*	340,00	172,00	18,00	16,90	26,00	8,00	0,444	2,000	156400,0	820	310	450
19 0121		*	340,00	172,00	20,00	18,70	28,00	8,00	0,400	2,000	209500,0	900	360	490
19 0122		*	340,00	172,00	22,00	20,60	28,00	6,00	0,273	1,500	195500,0	690	360	370
19 0123		*	360,00	182,00	15,50	14,60	23,50	8,00	0,516	2,000	93000,0	650	210	360
19 0124		*	360,00	182,00	20,00	18,80	28,30	8,30	0,415	2,075	194800,0	830	330	450
19 0125		*	360,00	182,00	21,00	19,70	28,00	7,00	0,333	1,750	182000,0	700	330	380
19 0126		*	360,00	182,00	21,50	20,20	29,50	8,00	0,372	2,000	227700,0	840	370	460
19 0127		*	360,00	182,00	23,00	21,60	30,20	7,20	0,313	1,800	243300,0	780	380	420
19 0128		*	370,00	202,00	25,00	23,20	31,40	6,40	0,256	1,600	271200,0	710	370	410
19 0129		*	370,00	202,00	26,00	24,20	32,80	6,80	0,262	1,700	324500,0	790	410	450
19 0130		*	380,00	152,00	19,00	18,00	29,00	10,00	0,526	2,500	174600,0	920	310	410
19 0131		*	380,00	192,00	13,50	12,70	26,20	12,70	0,941	3,175	120300,0	990	70	560
19 0132		*	380,00	192,00	25,00	23,40	33,00	8,00	0,320	2,000	313100,0	860	410	460
19 0133		*	380,00	202,00	12,00	11,50	25,00	13,00	1,083	3,250	98100,0	940	20	560
19 0134		*	380,00	202,00	15,00	14,10	27,00	12,00	0,800	3,000	144400,0	990	130	580
19 0135		*	380,00	212,00	18,00	16,70	27,00	9,00	0,500	2,250	158000,0	790	240	480
19 0136		*	400,00	202,00	10,00	9,60	22,00	12,00	1,200	3,000	50100,0	680	10	390
19 0137		*	400,00	202,00	12,00	11,30	26,50	14,50	1,208	3,625	107500,0	1000	40	570
19 0138		*	400,00	202,00	14,00	13,20	27,00	13,00	0,929	3,250	122400,0	940	70	530
19 0139		*	400,00	202,00	16,00	15,10	28,00	12,00	0,750	3,000	146600,0	920	160	510
19 0140		*	400,00	202,00	19,00	17,90	30,00	11,00	0,579	2,750	198900,0	920	260	510
19 0141		*	400,00	202,00	20,30	19,10	31,10	10,80	0,532	2,700	230900,0	950	290	520
19 0142		*	400,00	202,00	21,20	19,90	31,40	10,20	0,481	2,550	240700,0	910	310	500
19 0143		*	400,00	202,00	22,50	21,20	32,50	10,00	0,444	2,500	274900,0	930	350	500
19 0144		*	400,00	202,00	30,00	28,20	37,20	7,20	0,240	1,800	422500,0	790	450	420
19 0145		*	440,00	212,00	18,50		32,00	13,50	0,730	3,375	190400,0	910	250	480
19 0146		*	440,00	252,00	25,00	23,20	33,00	8,00	0,320	2,000	257500,0	670	300	400
19 0147		*	450,00	202,00	25,50	24,00	34,10	8,60	0,337	2,150	241500,0	670	320	330
19 0148		*	450,00	252,00	21,00	19,50	33,00	12,00	0,571	3,000	251200,0	910	230	550
19 0149		*	450,00	252,00	25,00	23,30	33,80	8,80	0,352	2,200	269500,0	700	300	420
19 0150		*	470,00	237,00	33,00	31,00	42,00	9,00	0,273	2,250	516100,0	800	430	430
19 0151		*	480,00	252,00	20,30	19,00	33,00	12,70	0,626	3,175	207400,0	820	190	470
19 0152		*	480,00	252,00	20,70		36,60	15,90	0,768	3,975	285500,0	1030	260	590
19 0153		*	500,00	202,00	37,00	35,00	44,40	7,40	0,200	1,850	466200,0	630	400	270
19 0154		*	500,00	242,00	32,00	30,00	41,00	9,00	0,281	2,250	408400,0	690	360	360
19 0155		*	500,00	252,00	19,00		34,50	15,50	0,816	3,875	200100,0	860	190	480
19 0156		*	600,00	282,00	22,00		44,00	22,00	1,000	5,500	340100,0	1070	140	560
19 0157		*	600,00	282,00	24,00		46,00	22,00	0,917	5,500	413600,0	1120	200	590

*) $s_c = h_o = l_o - t$ sur toutes les Rondelles Ressort sans surfaces d'appui.
$s_c = h_o = l_o - t'$ sur toutes les Rondelles Ressort avec surfaces d'appui.

Force élastique F en N / Contrainte σ en N/mm²															Poids
s = 0,50 ho					s = 0,75 ho					s_c*					1000 pièces
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
6,000	122200,0	1830	100	1030	9,000	142500,0	2540	350	1420	12,600	150800,0	3210	830	1780	5250,000
5,700	125400,0	1750	180	980	8,550	151000,0	2440	450	1360	12,000	167000,0	3110	940	1710	5520,000
5,700	140300,0	1810	200	1020	8,550	170400,0	2530	490	1410	12,100	191000,0	3250	1020	1790	5730,000
5,250	152500,0	1700	330	950	7,875	194000,0	2390	650	1320	11,200	231400,0	3120	1200	1700	6260,000
5,000	174300,0	1690	400	940	7,500	227600,0	2390	750	1310	10,800	282100,0	3160	1360	1720	6740,000
5,300	196200,0	1840	410	1020	7,950	253900,0	2600	780	1430	11,400	310700,0	3420	1420	1860	6840,000
5,100	205200,0	1800	440	1000	7,650	268900,0	2550	810	1400	11,100	336100,0	3410	1480	1850	7050,000
5,250	229400,0	1910	470	1060	7,875	300900,0	2700	870	1480	11,400	376100,0	3590	1570	1950	7270,000
4,700	224700,0	1700	540	940	7,050	303700,0	2430	930	1320	10,300	396100,0	3290	1630	1770	7640,000
4,850	255900,0	1830	560	1010	7,275	345200,0	2600	980	1420	10,700	450700,0	3540	1730	1910	7850,000
4,700	263200,0	1790	590	980	7,050	358400,0	2550	1020	1390	10,400	474600,0	3480	1780	1870	8060,000
4,150	258300,0	1580	630	860	6,225	360400,0	2270	1050	1230	9,300	496100,0	3160	1790	1690	8490,000
4,400	290800,0	1720	660	940	6,600	403900,0	2460	1110	1330	9,800	550500,0	3410	1900	1820	8640,000
4,000	291000,0	1580	680	860	6,000	409800,0	2280	1110	1230	9,100	577300,0	3230	1910	1720	8960,000
4,000	393500,0	1730	790	940	6,000	558900,0	2500	1280	1340	9,300	809800,0	3630	2230	1920	9920,000
3,000	377900,0	1330	760	710	4,500	550600,0	1950	1190	1030	7,400	869300,0	3020	2130	1590	10900,000
4,000	170000,0	1250	480	680	6,000	235700,0	1800	800	970	8,900	320300,0	2480	1370	1330	8680,000
4,150	365200,0	1600	730	870	6,225	518000,0	2310	1180	1240	9,400	739800,0	3310	2020	1750	11200,000
3,500	347500,0	1370	700	730	5,250	501000,0	1980	1120	1060	8,300	752700,0	2950	1960	1560	11700,000
4,000	431200,0	1630	790	880	6,000	617000,0	2350	1270	1260	9,300	902900,0	3430	2190	1810	12000,000
3,600	466700,0	1520	810	810	5,400	675700,0	2210	1290	1180	8,600	1027000,0	3320	2250	1750	12800,000
3,200	525000,0	1390	780	790	4,800	765700,0	2030	1220	1160	8,200	1252000,0	3260	2290	1840	13700,000
3,400	628000,0	1530	860	880	5,100	915500,0	2240	1350	1270	8,600	1480000,0	3550	2490	2010	14300,000
5,000	319100,0	1760	710	780	7,500	442400,0	2520	1180	1100	11,000	596100,0	3460	1960	1490	13500,000
6,350	196600,0	1850	260	1040	9,525	242400,0	2600	570	1440	13,500	277600,0	3350	1130	1840	8420,000
4,000	599300,0	1660	870	890	6,000	865600,0	2410	1380	1290	9,600	1318000,0	3640	2440	1910	15500,000
6,500	156300,0	1760	170	1040	9,750	187300,0	2450	440	1430	13,500	205700,0	3100	920	1780	7350,000
6,000	244600,0	1860	380	1080	9,000	313900,0	2630	730	1510	12,900	379900,0	3450	1360	1960	9000,000
4,500	288300,0	1520	540	910	6,750	398700,0	2180	920	1290	10,300	551200,0	3070	1650	1800	10200,000
6,000	77900,0	1260	70	710	9,000	90400,0	1750	250	980	12,400	95200,0	2190	560	1210	7050,000
7,250	165400,0	1860	50	1060	10,875	189200,0	2580	290	1450	15,200	194700,0	3250	760	1800	8300,000
6,500	200800,0	1760	260	990	9,750	248900,0	2470	560	1370	13,800	286700,0	3190	1100	1750	9700,000
6,000	252100,0	1735	410	960	9,000	328800,0	2450	770	1350	12,900	406200,0	3240	1390	1750	11100,000
5,500	357700,0	1760	600	960	8,250	488200,0	2510	1020	1360	12,100	645800,0	3420	1760	1830	13200,000
5,400	420300,0	1810	670	990	8,100	580100,0	2590	1120	1400	12,000	783300,0	3570	1930	1910	14000,000
5,100	443500,0	1750	700	950	7,650	619200,0	2510	1160	1360	11,500	857100,0	3520	2000	1880	14600,000
5,000	512000,0	1780	770	960	7,500	722000,0	2560	1270	1380	11,300	1014000,0	3610	2150	1920	15600,000
3,600	822700,0	1540	930	820	5,400	1206000,0	2250	1460	1190	9,000	1945000,0	3570	2620	1860	20700,000
6,750	338500,0	1720	600	900	10,125	458400,0	2440	1040	1270	13,500	564300,0	3060	1570	1570	17000,000
4,000	491700,0	1290	640	780	6,000	708500,0	1870	1030	1120	9,800	1094000,0	2870	1870	1700	18600,000
4,300	461200,0	1300	690	630	6,450	665000,0	1890	1090	900	10,100	991000,0	2800	1880	1320	23900,000
6,000	449800,0	1740	540	1050	9,000	610900,0	2480	940	1480	13,500	814900,0	3430	1700	2030	16700,000
4,400	511400,0	1360	650	800	6,600	733000,0	1970	1050	1160	10,500	1099000,0	2940	1870	1710	20000,000
4,500	999000,0	1560	900	830	6,750	1456000,0	2280	1410	1210	11,000	2282000,0	3520	2490	1840	31500,000
6,350	367200,0	1560	460	890	9,525	493500,0	2220	810	1250	14,000	641300,0	3010	1440	1680	19600,000
7,950	502600,0	1950	630	1110	11,925	674300,0	2760	1100	1550	15,900	823100,0	3460	1690	1930	21300,000
3,700	914900,0	1240	830	530	5,550	1350000,0	1820	1280	770	9,400	2233000,0	2950	2310	1240	45100,000
4,500	788400,0	1350	760	690	6,750	1147000,0	1960	1200	1000	11,000	1794000,0	3030	2120	1520	35400,000
7,750	348100,0	1630	480	900	11,625	461300,0	2310	870	1250	15,500	557200,0	2880	1350	1550	21900,000
11,000	564800,0	2000	420	1050	16,500	712400,0	2810	8201	1450	22,000	821500,0	3480	1360	1780	38000,000
11,000	701300,0	2110	530	1100	16,500	905000,0	2970	990	1530	22,000	1066000,0	3700	1580	1880	41500,000

Tableau 6.2

	Dimensions en mm							Course s en mm						
								s = 0,25 h_o					s = 0,50 ho	
Réf. de cde.	D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F
171 005	8,0	4,20	0,30		0,50	0,20	0,666	0,05	33,8	593	187	337	0,100	61,0
171 006	8,0	4,20	0,40		0,60	0,20	0,500	0,05	72,2	723	317	405	0,100	136,0
171 014	10,0	5,20	0,40		0,65	0,25	0,625	0,063	61,9	618	213	347	0,125	113,0
171 015	10,0	5,20	0,50		0,70	0,20	0,400	0,05	85,1	545	286	300	0,100	163,3
171 016	12,0	4,20	0,40		0,80	0,40	1,000	0,10	78,6	864	138	355	0,200	130,4
171 017	12,0	4,20	0,50		0,80	0,30	0,600	0,075	85,9	674	265	265	0,150	157,7
171 024	12,5	6,20	0,50		0,85	0,35	0,700	0,088	110,8	715	213	387	0,175	198,4
171 025	12,5	6,20	0,70		0,95	0,25	0,357	0,063	178,0	592	336	310	0,125	344,3
171 027	14,0	7,20	0,50		0,90	0,40	0,800	0,10	110,8	687	160	387	0,200	193,5
171 028	14,0	7,20	0,80		1,10	0,30	0,375	0,075	261,8	656	360	356	0,150	504,7
171 037	15,0	8,20	0,80		1,20	0,40	0,500	0,10	338,3	830	361	482	0,200	635,8
171 039	16,0	8,20	0,60		1,05	0,45	0,750	0,113	158,7	693	182	388	0,225	280,7
171 220	16,0	8,20	0,80		1,20	0,40	0,500	0,10	284,2	720	317	395	0,200	534,1
171 040	16,0	8,20	0,90		1,25	0,35	0,388	0,088	334,4	665	356	360	0,175	642,9
171 050	18,0	9,20	0,70		1,20	0,50	0,714	0,125	215,3	697	199	388	0,250	384,3
171 051	18,0	9,20	1,00		1,40	0,40	0,400	0,10	415,7	671	353	363	0,200	797,5
171 052	20,0	8,20	0,50		1,15	0,65	1,300	0,163	118,4	682	10,2	327	0,325	183,4
171 056	20,0	8,20	0,90		1,50	0,60	0,667	0,15	390,4	861	289	394	0,300	705,2
170 159	20,0	10,20	0,60		1,20	0,60	1,000	0,15	163,3	663	83	375	0,300	271,1
171 060	20,0	10,20	0,80		1,35	0,55	0,687	0,138	280,7	700	212	388	0,275	504,4
170 158	20,0	10,20	0,90		1,40	0,50	0,555	0,125	333,5	668	265	366	0,250	618,8
171 062	20,0	10,20	1,00		1,55	0,55	0,550	0,138	501,5	814	326	446	0,275	931,7
171 063	20,0	10,20	1,10		1,55	0,45	0,409	0,113	506,0	676	350	366	0,225	969,0
171 065	22,5	11,20	0,80		1,45	0,65	0,812	0,163	282,6	693	158	380	0,325	492,0
181 001	22,5	11,20	1,25		1,75	0,50	0,400	0,125	639,3	670	353	354	0,250	1227,0
171 072	25,0	12,20	0,70		1,60	0,90	1,285	0,225	305,5	832	3,5	460	0,450	474,7
171 073	25,0	12,20	0,90		1,60	0,70	0,777	0,175	338,4	668	167	359	0,350	594,3
181 004	25,0	12,20	1,50		2,00	0,50	0,333	0,125	859,4	625	369	322	0,250	1669,0
171 074	28,0	10,20	0,80		1,75	0,95	1,187	0,238	320,9	802	57	346	0,475	509,6
181 005	28,0	10,20	1,25		2,05	0,80	0,640	0,200	679,3	830	301	340	0,400	1235,0
171 078	28,0	14,20	1,00		1,80	0,80	0,800	0,200	439,4	685	160	382	0,400	767,4
181 010	28,0	14,20	1,50		2,15	0,65	0,433	0,163	953,1	689	342	372	0,325	1817,0
181 011	31,5	16,30	1,25		2,15	0,90	0,720	0,225	729,1	735	207	414	0,450	1300,0
181 013	31,5	16,30	1,75		2,45	0,70	0,400	0,175	1283,0	672	353	368	0,350	2462,0
181 021	35,5	18,30	1,25		2,25	1,00	0,800	0,250	674,2	668	155	377	0,500	1178,0
181 031	40,0	20,40	1,50		2,65	1,15	0,768	0,288	1023,0	714	181	398	0,575	1802,0
181 036	45,0	22,40	1,75		3,05	1,30	0,742	0,325	1406,0	733	198	400	0,650	2491,0

*) $s_c = h_o = l_o - t$ sur toutes les Rondelles Ressort sans surfaces d'appui.
$s_c = h_o = l_o - t'$ sur toutes les Rondelles Ressort avec surfaces d'appui.

Force F en N			Contrainte en N/mm										Poids
			s = 0,75 h_o					s_c*					1000 pièc.
σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
1128	431	636	0,150	83,9	1605	734	897	0,20	105,0	2023	1095	1121	0,087
1388	691	722	0,150	193,0	1994	1124	1102	0,20	248,0	2543	1615	1393	0,115
1178	483	656	0,188	156,9	1680	812	928	0,25	197,2	2124	1198	1163	0,181
1053	608	576	0,150	237,0	1524	968	827	0,20	308,1	1957	1365	1055	0,226
1624	379	659	0,300	164,5	2280	725	911	0,40	189,7	2832	1174	1112	0,313
1289	589	502	0,225	220,1	1846	971	710	0,30	277,9	2344	1411	888	0,390
1359	497	730	0,263	270,7	1930	854	1027	0,35	335,2	2430	1282	1280	0,365
1148	708	598	0,188	502,6	1667	1117	862	0,25	657,1	2149	1563	1104	0,511
1299	395	725	0,300	257,5	1835	705	1016	0,40	312,1	2296	1091	1258	0,445
1270	762	686	0,225	735,0	1842	1206	988	0,30	958,9	2371	1693	1263	0,715
1593	789	920	0,300	906,0	2289	1284	1312	0,40	1162,6	2918	1846	1660	0,783
1313	437	729	0,338	378,2	1859	765	1023	0,45	463,6	2333	1166	1270	0,702
1383	691	753	0,300	761,2	1988	1123	1074	0,40	976,7	2535	1613	1358	0,940
1286	756	693	0,263	934,2	1862	1200	997	0,35	1217,0	2395	1688	1272	1,060
1323	469	731	0,375	522,4	1877	811	1028	0,50	645,2	2361	1223	1279	1,040
1297	751	698	0,300	1157,0	1877	1195	1003	0,40	1505,0	2412	1684	1279	1,485
1268	116	601	0,488	212,9	1758	318	822	0,65	224,6	2152	617	991	1,030
1641	659	742	0,450	969,6	2339	1112	1045	0,60	1209,0	2954	1646	1304	1,858
1244	249	698	0,450	342,0	1741	498	968	0,60	394,4	2156	830	1184	1,101
1330	494	732	0,413	690,1	1891	846	1031	0,55	856,9	2382	1267	1286	1,470
1278	588	696	0,375	872,0	1831	968	989	0,50	1109,0	2326	1405	1245	1,650
1558	722	848	0,413	1315,0	2233	1188	1206	0,55	1674,0	2838	1723	1519	1,840
1306	746	702	0,338	1403,0	1889	1190	1008	0,45	1823,0	2426	1679	1285	2,020
1310	392	712	0,488	653,0	1850	703	995	0,65	789,0	2314	1090	1231	1,890
1294	751	680	0,375	1779,0	1874	1195	977	0,50	2314,0	2408	1684	1245	2,950
1545	125	847	0,675	553,1	2140	365	1161	0,90	586,1	2617	724	1401	2,070
1265	406	674	0,525	795,3	1790	716	944	0,70	968,9	2243	1098	1170	2,660
1213	775	621	0,375	2445,0	1765	1218	897	0,50	3204,0	2281	1696	1151	4,430
1498	221	638	0,713	610,2	2088	491	876	0,95	666,7	2571	867	1060	3,480
1584	678	642	0,600	1709,0	2263	1130	906	0,80	2142,0	2866	1658	1131	5,270
1296	395	715	0,600	1021,0	1832	706	1001	0,80	1238,0	2293	1091	1240	3,610
1328	734	712	0,488	2620,0	1918	1175	1021	0,65	3394,0	2459	1665	1298	5,420
1394	488	779	0,675	1764,0	1978	846	1095	0,90	2176,0	2486	1279	1363	5,630
1299	751	707	0,525	3571,0	1880	1195	1016	0,70	4645,0	2415	1685	1296	7,890
1263	383	707	0,750	1567,0	1784	685	990	1,00	1899,0	2233	1060	1225	7,180
1351	437	747	0,863	2418,0	1912	770	1048	1,15	2953,0	2397	1179	1300	11,020
1390	472	751	0,975	3363,0	1970	823	1055	1,30	4128,0	2473	1250	1311	16,540

Tableau 6.2

	Dimensions en mm							Course s en mm						
								s = 0,25 h_o					s = 0,50 ho	
Réf. de cde.	D_e	D_i	t	t'	l_o	h_o	h_o/t	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F
180 880	31,5	16,30	1,25		2,00	0,75	0,600	0,188	590,0	606	220	338	0,375	1083,0
180 881	31,5	16,30	1,75		2,30	0,55	0,314	0,138	1023,0	528	320	286	0,275	1992,0
180 882	35,5	18,30	2,00		2,65	0,65	0,325	0,163	1423,0	565	337	306	0,325	2767,0
180 883	40,0	20,40	1,50		2,45	0,95	0,633	0,238	810,8	580	197	320	0,475	1477,0
180 884	40,0	20,40	2,00		2,80	0,80	0,400	0,200	1416,0	572	301	309	0,400	2716,0
180 885	40,0	20,40	2,25		2,95	0,70	0,311	0,175	1698,0	534	326	285	0,350	3308,0
180 886	45,0	22,40	1,75		2,80	1,05	0,600	0,263	1085,0	579	212	312	0,525	1992,0
180 887	45,0	22,40	2,50		3,30	0,80	0,320	0,200	2080,0	537	324	281	0,400	4048,0
180 888	50,0	25,40	1,50		3,10	1,60	1,066	0,400	1206,0	766	72	434	0,800	1969,0
180 889	50,0	25,40	2,00		3,15	1,15	0,575	0,288	1431,0	581	222	318	0,575	2643,0
180 890	50,0	25,40	2,50		3,50	1,00	0,400	0,250	2207,0	572	301	308	0,500	4234,0
180 891	50,0	25,40	3,00		3,85	0,85	0,283	0,213	3088,0	543	347	288	0,425	6043,0
180 892	56,0	28,50	2,00		3,40	1,40	0,700	0,350	1510,0	602	178	333	0,700	2705,0
180 893	56,0	28,50	3,00		4,05	1,05	0,350	0,263	3124,0	558	319	299	0,525	6050,0
180 894	63,0	31,00	2,50		3,95	1,45	0,580	0,363	2186,0	577	220	307	0,725	4033,0
180 895	71,0	36,00	2,50		4,25	1,75	0,700	0,438	2288,0	585	173	323	0,875	4099,0
180 896	80,0	41,00	3,00		4,90	1,90	0,633	0,475	3253,0	581	197	322	0,950	5925,0

*) $s_c = h_o = l_o - t$ sur toutes les Rondelles Ressort sans surfaces d'appui.
$s_c = h_o = l_o - t'$ sur toutes les Rondelles Ressort avec surfaces d'appui.

Force F en N			Contrainte en N/mm										Poids
			$s = 0{,}75\ h_o$					s_c*					1000 pièc.
σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg
1157	495	641	0,563	1512,0	1652	825	907	0,75	1909,0	2093	1210	1139	5,630
1026	670	553	0,413	2926,0	1494	1049	801	0,55	3841,0	1933	1458	1030	7,89
1097	706	590	0,488	4058,0	1596	1107	854	0,65	5322,0	2063	1542	1097	11,480
1106	449	606	0,713	2046,0	1576	756	856	0,95	2568,0	1992	1117	1072	11,020
1106	640	594	0,600	3940,0	1600	1019	853	0,80	5125,0	2056	1436	1088	14,680
1037	681	552	0,525	4861,0	1512	1066	799	0,70	6385,0	1956	1481	1028	16,530
1106	476	592	0,788	2780,0	1581	793	838	1,05	3510,0	2003	1163	1051	16,540
1044	678	544	0,600	5940,0	1521	1063	787	0,80	7796,0	1967	1479	1011	23,630
1433	243	804	1,200	2439,0	2001	513	1112	1,60	2761,0	2469	882	1356	17,260
1110	495	604	0,863	3710,0	1589	820	856	1,15	4704,0	2016	1196	1077	23,020
1105	640	591	0,750	6141,0	1600	1018	850	1,00	7989,0	2055	1435	1084	28,770
1058	722	559	0,638	8910,0	1545	1125	812	0,85	11734,0	2004	1556	1047	34,520
1143	416	628	1,050	3690,0	1623	715	884	1,40	4570,0	2043	1074	1102	28,840
1081	672	576	0,788	8842,0	1571	1060	832	1,05	11568,0	2026	1481	1066	43,250
1102	491	582	1,088	5654,0	1577	812	826	1,45	7162,0	2001	1185	1038	46,660
1110	404	608	1,313	5592,0	1577	695	856	1,75	6925,0	1985	1044	1067	58,090
1106	449	609	1,425	8210,0	1577	756	861	1,90	10301,0	1993	1117	1078	87,840

Tableau 6.3

	Dimensions en mm						Course s en mm		Force F en N			
							s = 0,25 h_o		s = 0,50 ho		s = 0,75 h_o	
Réf. de cde.	D_e	D_i	t	l_o	h_o	h_o/t	s	F	s	F	s	F
200 001	9,8	6,2	0,2	0,4	0,2	1,000	0,050	11	0,1	18,3	0,150	23,1
200 002	12,8	7,2	0,25	0,5	0,25	1,000	0,062	13,9	0,125	23,2	0,187	29,3
200 003	15,8	8,2	0,25	0,55	0,3	1,200	0,075	12,1	0,150	19,2	0,225	23
200 004	18,8	9,2	0,3	0,65	0,35	1,166	0,087	16,3	0,175	26	0,262	31,3
200 005	18,8	10,2	0,35	0,7	0,35	1,000	0,087	24,2	0,175	40,1	0,262	50,6
200 006	21,8	12,3	0,35	0,75	0,4	1,142	0,100	23,8	0,200	38,2	0,300	46,3
200 007	23,7	14,3	0,4	0,9	0,5	1,250	0,125	43,7	0,250	68,4	0,375	80,6
200 008	25,7	14,3	0,4	0,9	0,5	1,250	0,125	34,4	0,250	53,9	0,375	63,4
200 009	27,7	17,3	0,4	1,0	0,6	1,500	0,150	48,8	0,300	72,7	0,450	80
200 010	29,7	17,4	0,4	1,1	0,7	1,750	0,175	56,2	0,350	80,2	0,525	82,8
200 011	31,7	20,4	0,4	1,1	0,7	1,750	0,175	54,9	0,350	78,5	0,525	81
200 012	34,6	20,4	0,4	1,1	0,7	1,750	0,175	41,6	0,350	59,5	0,525	61,4
200 013	34,6	22,4	0,5	1,2	0,7	1,400	0,175	69	0,350	104,7	0,525	118,3
200 014	36,6	20,4	0,5	1,3	0,8	1,600	0,200	70,3	0,400	102,8	0,600	110,2
200 015	39,6	25,5	0,5	1,3	0,8	1,600	0,200	70,1	0,400	102,5	0,600	109,8
200 016	41,6	25,5	0,5	1,4	0,9	1,800	0,225	78,3	0,450	111	0,675	113,30
200 017	46,5	30,5	0,6	1,5	0,9	1,500	0,225	93,7	0,450	139,5	0,675	153,4
200 018	51,5	35,5	0,6	1,5	0,9	1,500	0,225	82,7	0,450	123,2	0,675	135,4
200 019	54,5	40,5	0,6	1,5	0,9	1,500	0,225	86,3	0,450	128,5	0,675	141,3
200 020	61,5	40,5	0,7	1,8	1,1	1,571	0,275	110,6	0,550	162,7	0,825	175,6
200 021	67,5	50,5	0,7	1,7	1,0	1,428	0,250	95,3	0,500	143,9	0,750	161,2
200 022	71,5	45,5	0,7	2,1	1,4	2,000	0,350	137,4	0,700	189,6	1,050	184,8
200 023	71,5	50,5	0,7	2,1	1,4	2,000	0,350	162,3	0,700	223,9	1,050	218,3
200 024	74,5	55,5	0,8	1,9	1,1	1,375	0,275	121,8	0,550	185,8	0,825	211,2
200 025	79,5	60,5	0,8	2,3	1,5	1,875	0,375	161,8	0,750	226,9	1,125	227,5
200 026	79,5	55,5	0,8	2,3	1,5	1,875	0,375	187,4	0,750	262,7	1,125	263,4
200 027	84,5	60,5	0,9	2,5	1,6	1,777	0,400	246	0,800	349,8	1,200	358,7
200 028	89,5	60,5	0,9	2,5	1,6	1,777	0,400	197,3	0,800	280,6	1,200	287,7
200 029	89,5	65,5	0,9	2,5	1,6	1,777	0,400	229,9	0,800	326,9	1,200	335,2
200 030	94,5	75,5	1,0	2,2	1,2	1,200	0,300	171,8	0,600	272,1	0,900	324,7
200 031	99	65,5	1,0	2,6	1,6	1,600	0,400	186,5	0,800	272,8	1,200	292,3
200 032	99	70,5	1,0	2,6	1,6	1,600	0,400	212	0,800	310,1	1,200	332,2
200 033	109	70,5	1,25	2,7	1,45	1,160	0,362	185,2	0,725	296	1,087	357,1
200 034	109	75,5	1,25	2,7	1,45	1,160	0,362	206,3	0,725	329,7	1,087	397,9
200 035	114	90,5	1,25	2,45	1,2	0,960	0,300	186,1	0,600	312,2	0,900	398,1
200 036	119	75,5	1,25	2,8	1,55	1,240	0,387	172,7	0,775	271,1	1,169	319,9
200 037	119	85,5	1,25	2,8	1,55	1,240	0,387	211,9	0,775	332,7	1,162	392,5
200 038	124	90,5	1,25	3,0	1,75	1,400	0,437	259,4	0,875	393,8	1,312	444,7
200 039	129	85,5	1,25	3,2	1,95	1,560	0,487	254,1	0,975	374,2	1,462	405,1
200 040	129	95,5	1,25	3,2	1,95	1,560	0,487	313,6	0,975	461,9	1,462	500
200 041	139	90,5	1,25	3,25	2,0	1,600	0,500	225,6	1,000	330	1,500	353,6
200 042	139	101	1,25	3,25	2,0	1,600	0,500	273,9	1,000	400,7	1,500	429,3
200 043	149	95,5	1,5	3,2	1,7	1,133	0,425	194,1	0,850	312,1	1,275	379,4
200 044	149	106	1,5	3,2	1,7	1,133	0,425	230,3	0,850	370,4	1,275	450,2
200 045	159	101	1,5	3,5	2,0	1,333	0,500	233	1,000	358,5	1,500	412,2
200 046	159	111	1,5	3,5	2,0	1,333	0,500	269,8	1,000	415	1,500	477,3
200 047	169	111	1,5	3,8	2,3	1,533	0,575	291,5	1,150	431,4	1,725	470,2
200 048	169	121	1,5	3,8	2,3	1,533	0,575	338,6	1,150	501,1	1,725	546,2
200 049	179	121	2,0	4,2	2,2	1,100	0,550	434,5	1,100	704,2	1,650	864
200 050	179	126	2,0	4,2	2,2	1,100	0,550	466,8	1,100	756,5	1,650	928,2
200 051	189	121	2,0	4,3	2,3	1,150	0,575	391,5	1,150	627,2	1,725	758,8
200 052	189	131	2,0	4,3	2,3	1,150	0,575	442,8	1,150	709,4	1,725	858,3
200 053	198	131	2,0	4,5	2,5	1,250	0,625	440,5	1,250	689,9	1,875	811,8
200 054	198	141	2,0	4,5	2,5	1,250	0,625	500,7	1,250	784,2	1,875	922,8
200 055	213	151	2,25	4,5	2,25	1,000	0,562	449,3	1,125	746,1	1,687	941,1

Contrainte σ en N/mm²					Poids	Roulements à billes						
s = ho					1000 pièc.	Dimensions				Ref. de roulement		
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg	d_e	d_i					
0,2	26,7	1182	435	787	0,071	10	3			623		
0,25	33,7	1014	382	608	0,173	13	4			624		
0,3	25	830	252	468	0,281	16	5	4		625	634	
0,35	34,4	808	259	432	0,497	19	6	5		626	635	
0,35	58,4	911	346	529	0,538	19	7			607		
0,4	51,2	819	260	495	0,699	22	8	7		608	627	
0,5	86,3	1055	287	679	0,881	24	9			609		
0,5	68	864	241	518	1,124	26	10	9		6000	629	
0,6	78,9	1018	186	680	1,154	28	12			6001		
0,7	74,7	1060	119	674	1,429	30		10			6200	
0,7	73	993	104	684	1,452	32	15	12		6002	6201	
0,7	55,3	783	88	501	1,926	35			10			6300
0,7	120,8	953	203	655	2,144	35	17	15		6003	6202	
0,8	104,9	939	151	570	2,846	37			12			6301
0,8	104,6	874	130	601	2,830	40		17			6203	
0,9	100,3	903	86	598	3,331	42	20		15	6004		6302
0,9	151,3	848	151	591	4,557	47	25	20	17	6005	6204	6303
0,9	133,6	732	127	532	5,149	52		25	20		6205	6304
0,9	139,4	738	124	572	4,920	55	30			6006		
1,1	168,9	708	110	495	9,244	62	35	30	25	6007	6206	6305
1,0	163	619	118	482	8,657	68	40			6008		
1,4	151,7	720	28	494	13,128	72			30			6306
1,4	179,1	811	24	607	11,057	72		35			6207	
1,1	217,4	624	131	484	12,182	75	45			6009		
1,5	195,8	690	49	472	18,594	80			35			6307
1,5	226,6	766	48	566	15,980	80	50	40		6010	6208	
1,6	320,1	824	72	622	19,309	85		45			6209	
1,6	256,8	679	63	488	24,137	90			40			6308
1,6	299,2	763	65	586	20,641	90	55	50		6011	6210	
1,2	353,4	597	160	491	19,914	95	60			6012		
1,6	278,4	574	84	404	33,975	100			45			6309
1,6	316,4	631	88	473	29,782	100	65	55		6013	6211	
1,45	393,4	464	139	316	53,285	110			50			6310
1,45	438,3	500	147	362	47,632	110	70	60		6014	6212	
1,2	464	466	172	380	37,035	115	75			6015		
1,55	343,9	419	114	281	65,203	120			55			6311
1,55	422	485	127	363	52,795	120		65			6213	
1,75	454	542	110	413	55,377	125	80	70		6016	6214	
1,95	391,3	511	81	360	71,907	130			60			6312
1,95	483	600	89	464	57,959	130	85	75		6017	6215	
2,0	336,8	448	66	311	85,779	140			65			6313
2,0	408,8	517	71	394	70,283	140	90	80		6018	6216	
1,7	421,3	343	107	232	120,968	150			70			6314
1,7	499,9	388	118	288	101,402	150	100	85		6020	6217	
2,0	430,2	374	89	252	139,457	160			75			6315
2,0	498,1	414	95	303	119,851	160	105	90		6021	6218	
2,3	458,5	414	69	289	150,184	170			80			6316
2,3	532,7	463	74	348	128,729	170	110	95		6022	6219	
2,2	968,8	429	138	304	214,549	180			85			6317
2,2	1041	452	144	332	199,321	180	120	100		6024	6220	
2,3	838,5	387	118	261	259,925	190			90			6318
2,3	948,4	421	126	305	228,852	190		105			6221	
2,5	870	407	107	284	271,799	200			95			6319
2,5	988,9	447	115	332	238,260	200	130	110		6026	6222	
2,25	1085,3	360	129	265	313,056	215		120	100		6224	6320

Tableau 6.3

	Dimensions en mm						Course s en mm		Force F en N			
							$s = 0{,}25\ h_o$		$s = 0{,}50\ ho$		$s = 0{,}75\ h_o$	
Réf. de cde.	D_e	D_i	t	l_o	h_o	h_o/t	s	F	s	F	s	F
200 056	223	161	2,25	4,6	2,35	1,040	0,587	460,5	1,175	756,4	1,762	942,4
200 057	228	161	2,25	4,95	2,7	1,200	0,675	548,4	1,350	868,4	2,025	1036,2
200 058	238	161	2,25	5,25	3,0	1,330	0,750	577	1,500	887,8	2,250	1020,9
200 059	248	171	2,5	5,0	2,5	1,000	0,625	479,7	1,250	796,5	1,875	1004,7
200 060	258	171	2,5	5,5	3,0	1,200	0,750	585,5	1,500	927,2	2,250	1106,4
200 061	268	181	2,5	5,7	3,2	1,280	0,800	636,1	1,600	989,7	2,400	1155
200 062	278	181	2,5	6,0	3,5	1,400	0,875	673,8	1,750	1022,7	2,625	1154,9
200 063	288	191	2,75	5,75	3,0	1,090	0,750	573,2	1,500	931	2,250	1145,2
200 064	298	191	2,75	6,35	3,6	1,310	0,900	730,1	1,800	1128,9	2,700	1306,9
200 065	308	202	3,0	6,1	3,1	1,030	0,775	631,5	1,550	1040,1	2,325	1299,9
200 066	318	212	3,0	6,2	3,2	1,070	0,800	643,7	1,600	1051,5	2,400	1302,1
200 067	338	232	3,0	6,6	3,6	1,200	0,900	748,7	1,800	1185,6	2,700	1414,6
200 068	358	242	3,0	7,2	4,2	1,400	1,050	892	2,100	1353,8	3,150	1528,9

Contrainte σ en N/mm²					Poids	Roulements à billes						
s = ho					1000 pièc.	Dimensions				Réf. de roulement		
s	F	σ_I	σ_{II}	σ_{III}	en kg	d_e	d_i					
2,35	1073,6	358	121	268	330,257	225	150		105	6030		6321
2,7	1127,9	398	111	294	361,538	230		130			6226	
3,0	1065,3	399	93	284	426,180	240			110			6322
2,5	1158,5	315	114	226	497,270	250		140			6228	
3,0	1204,2	355	100	248	575,259	260			120			6324
3,2	1226,1	367	92	261	602,078	270		150			6230	
3,5	1178,9	371	79	256	686,233	280			130			6326
3,0	1287,5	303	99	211	787,747	290		160			6232	
3,6	1374,5	351	86	239	887,100	300			140			6328
3,1	1485,4	290	102	200	999,872	310		170			6234	
3,2	1474,1	289	97	202	1039,083	320		180	150		6236	6330
3,6	1539,7	310	87	223	1117,504	340		190	160		6238	6332
4,2	1560,6	335	70	239	1287,294	360		200			6240	

6.3 Diagrammes et commentaires

Tous les diagrammes sont établis sur la base d'un module l'élasticité E = 2,06 x 10^5 N/mm^2 et d'un coefficient de Poisson de μ = 0,3. Pour faciliter le choix de la bonne Rondelle Ressort, il a été établi pour le programme standard, outre les tableaux, le diagramme force/course correspondant à chaque Rondelle Ressort. L'objectif était de permettre, dans une large mesure, le choix d'une Rondelle Ressort sans de longs calculs. A côté de chaque diagramme se trouve, outre le dessin en coupe de la Rondelle Ressort correspondante, un tableau donnant les caractéristiques principales et des indications relatives à l'empilage des rondelles.
Dans le diagramme sont portés:

- la courbe caractéristique déterminée par le calcul pour la rondelle F(s)
- le travail du ressort, déterminé par le calcul W(s), par suite de la déformation élastique de la matière, et
- les indications relatives à la résistance aux efforts alternés pour N = 10^5, 5 · 10^5 et 2 · 10^6 cycles de charge.

Les indications relatives à la résistance aux efforts alternés sont valables pour des empilages guidés par une broche et comportant 10 Rondelles Ressort unitaires empilées alternativement, une allure sinusoïdale de la courbe flèche-temps et une probabilité de durée de vie de $P_ü$ = 99 %. Etant donné qu'une Rondelle Ressort en action dynamique, ne doit pas être soumise à une charge $s_2 = 0{,}8 \cdot h_0$, cette valeur a été fixée comme limite supérieure de la flèche pour la fatigue par efforts alternés, même si le calcul révèle que de plus grandes flèches seraient admissibles. Vers le bas, la course est limitée à $s_1 = 0{,}15 \cdot h_0$.

Dans les diagrammes de quelques dimensions, on trouve des lignes pliées parce qu'ici se trouve le point de la section déterminant pour la rupture, qui change selon la flèche appliquée. Comme le montre l'expérience, la courbe caractéristique du ressort $F_{(s)}$ déterminée par le calcul diverge de la courbe mesurée; il peut en effet être mesuré des forces plus élevées, surtout pour des flèches $s_2 > 0{,}8 \cdot h_0$ si la mesure est effectuée entre deux plaques planes. Avec des Rondelles Ressort à surfaces d'appui, cet écart est plus faible car ces ressorts, en raison de leur conicité plus prononcée, n'ont pas atteint la position plane pour la course $s = h_0$.

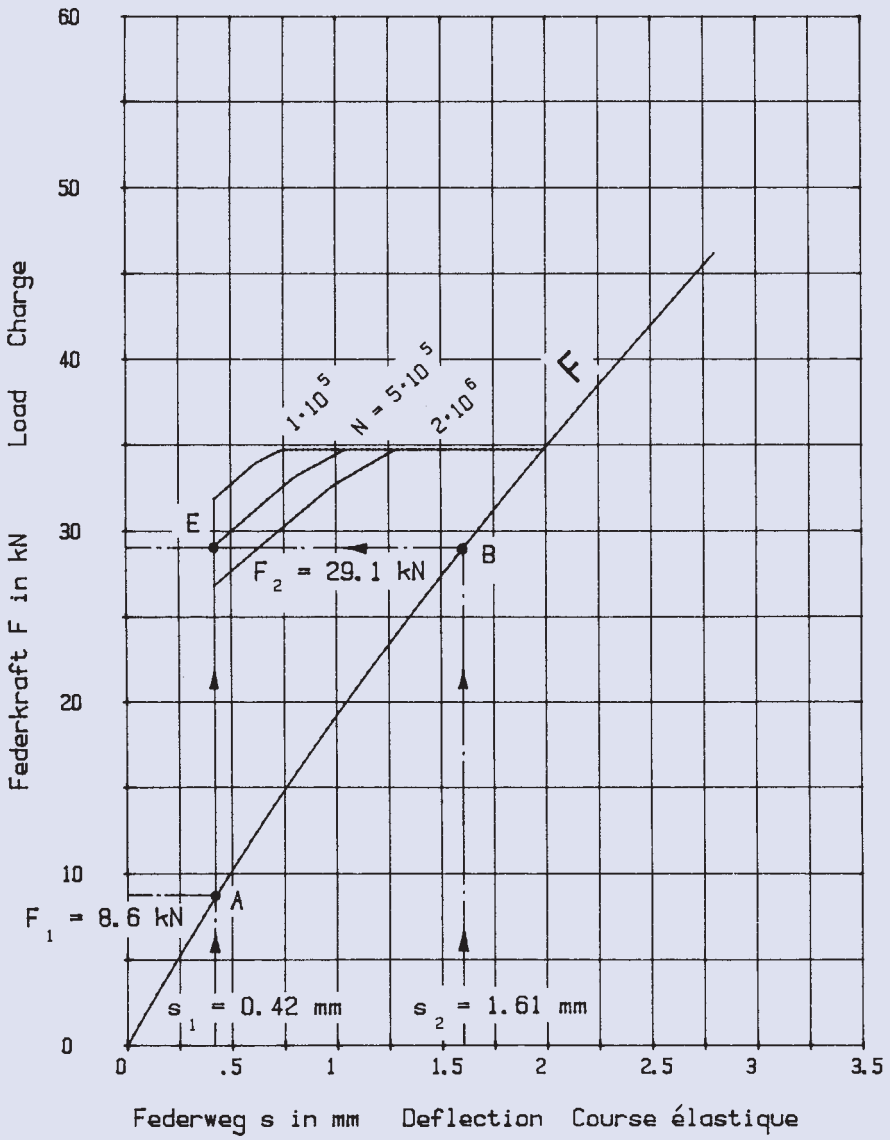
Exemple de lecture :
Empilage de Rondelles Ressort comprenant 10 rondelles simples empilées alternativement 100 x 51 x 5,0 avec guidage de l'empilage. L'empilage supporte la charge maximale correspondant à F_2 = 29,1 kN et doit travailler avec une course la plus grande possible. Définir pour les différentes rondelles simples:

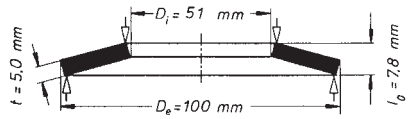
1) les courses s_1 et s_2 des différentes rondelles simples ainsi que la course de l'empilage
2) la force élastique F_1
3) le nombre admissible de cycles N

Point 1) Dans le tableau supérieur de l'exemple de diagramme, on trouve pour la Rondelle Ressort 100 x 51 x 5,0: h_0 = 2,8 mm. La plus petite course possible de serrage initial est $s_u = s_1 = 0{,}15\ h_0 = 0{,}15 \cdot 2{,}8\text{mm} = 0{,}42$ mm.
On a la plus grande course pour F_2 = 29,1 kN sur l'abscisse sous point B où s_2 = 1,61 mm.

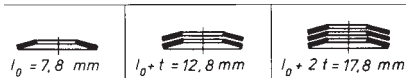
100 x 51 x 5,0

GR 2





h_0 = 2,8 mm
D_e/D_i = 1,96
t = 5,0 mm
D_e/t = 20
h_0/t = 0,56
m = 228,081 g



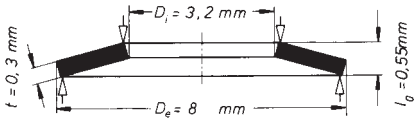
La flèche de l'empilage est donc de $(s_2-s_1) \cdot 10 = 11,9$ mm.

Point 2) Dans l'exemple de diagramme, on lit pour s_1 = 0,42 mm : F_1 =8,6 kN (Point A).

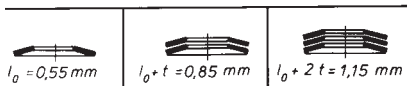
Point 3) Dans l'exemple de diagramme, au point d'intersection E de la verticale passant par A et de l'horizontale passant par B: $N \approx 5 \cdot 10^5$, c'est-à-dire que la Rondelle Ressort supportera sans rupture, avec 99% de probabilité, $5 \cdot 10^5$ cycles. Ce diagramme illustre que pour atteindre la résistance maximum à la fatigue due aux alternances de charge ($N = 2 \cdot 10^6$s) tout en respectant s_2 = 1,61 mm, une course de serrage initial de s_1 = 0,64 mm = 0,23 · h_0 est nécessaire.

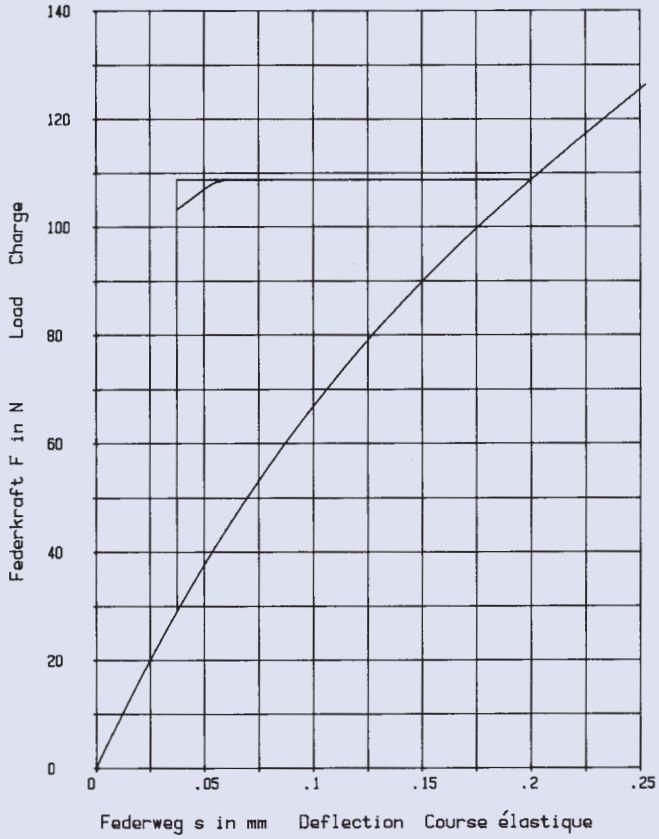
8 x 3,2 x 0,3

GR 1



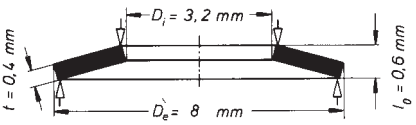
h_0 = 0,25mm
D_e / D_i = 2,5
t = 0,3 mm
D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,833
m = 0,099 g



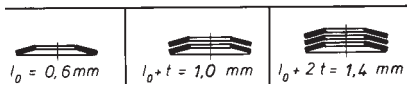


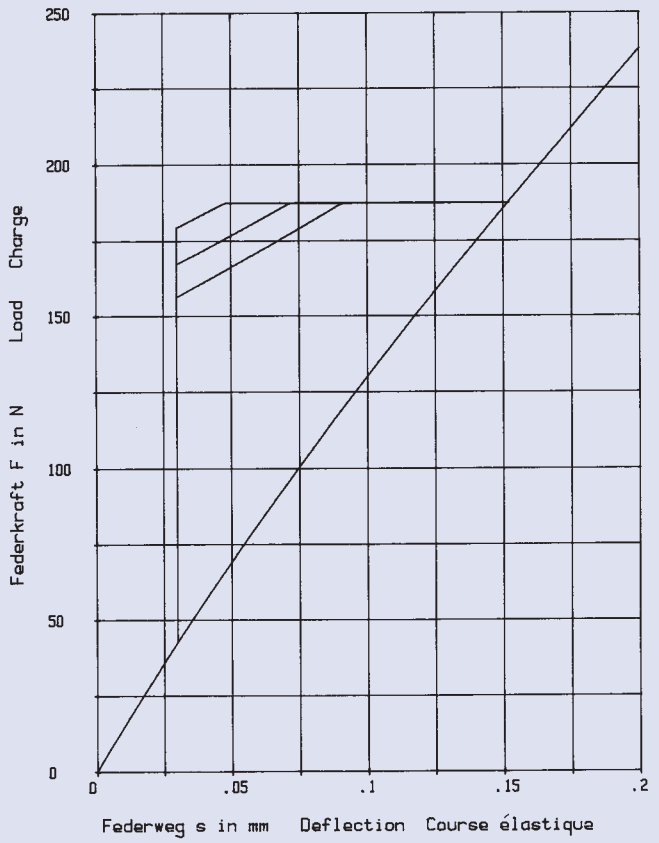
8 x 3,2 x 0,4

GR 1

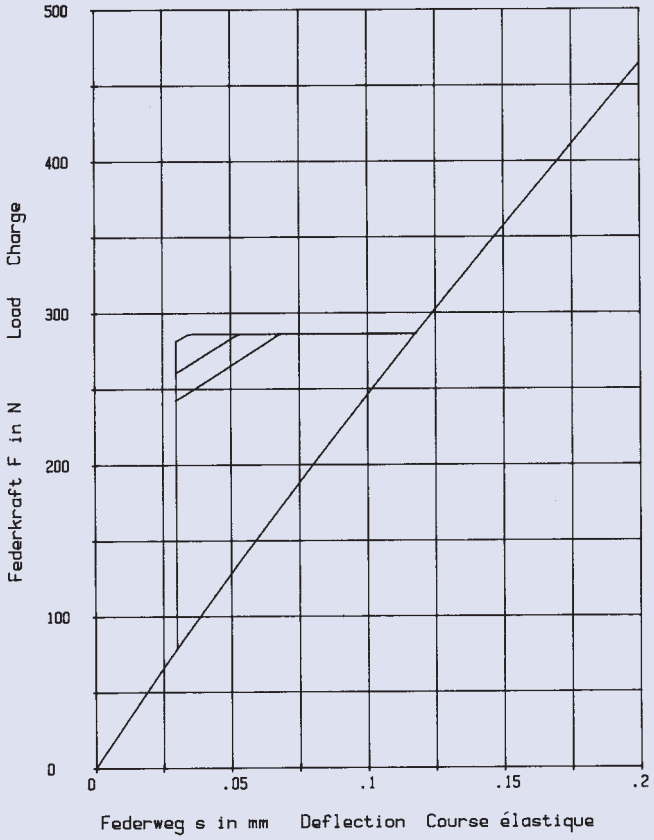


h_0 = 0,2 mm
D_e / D_i = 2,5
t = 0,4 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,5
m = 0,133 g

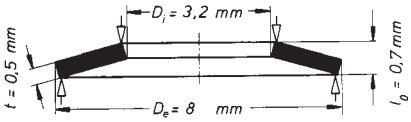




8 x 3,2 x 0,5

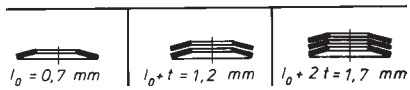


GR 1

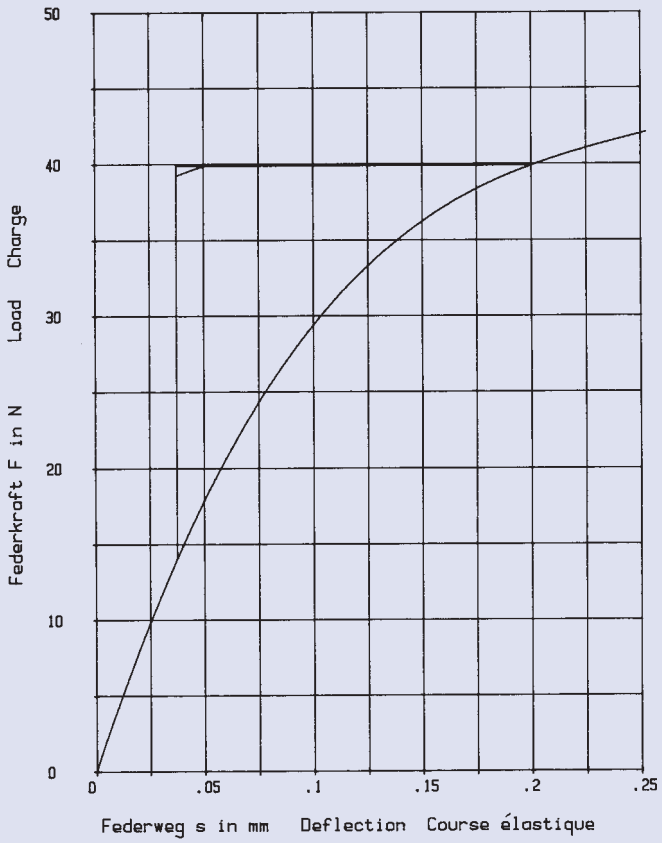


h_0 = 0,2 mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 0,4

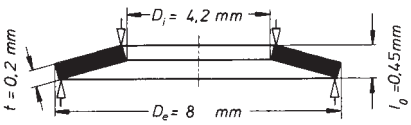
D_e/D_i = 2,5
D_e/t = 16
m = 0,166 g



8 x 4,2 x 0,2

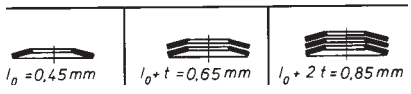


GR 1, DIN 2093 – C 8



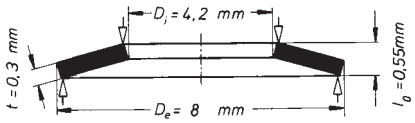
h_0 = 0,25mm
t = 0,2 mm
h_0/t = 1,25

D_e/D_i = 1,904
D_e/t = 40
m = 0,057 g

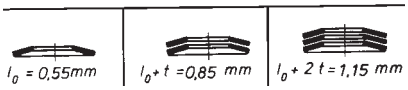


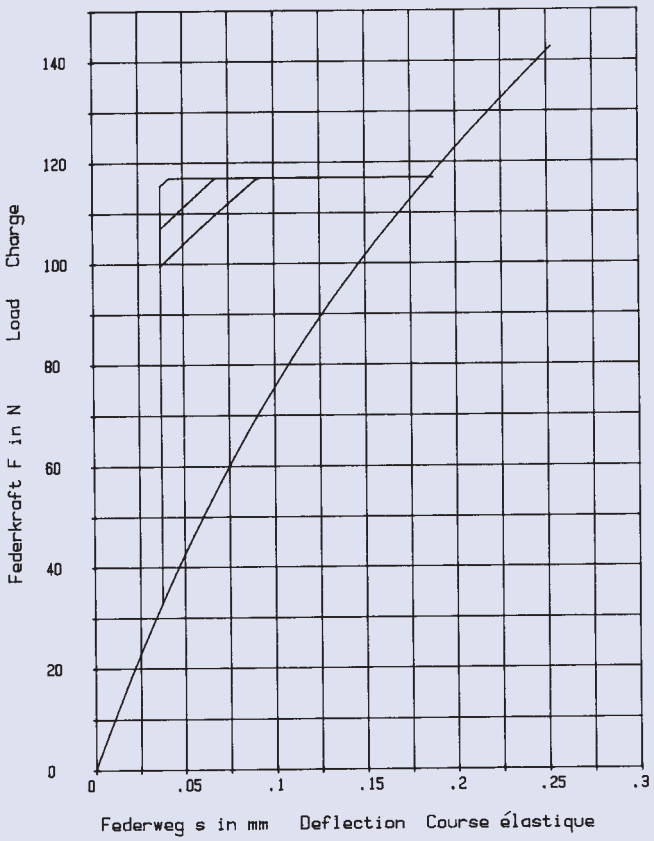
8 x 4,2 x 0,3

GR 1, DIN 2093 – B 8



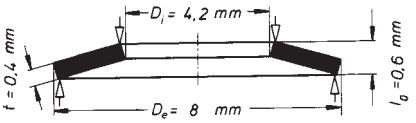
h_0 = 0,25mm
D_e / D_i = 1,904
t = 0,3 mm
D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,833
m = 0,086 g



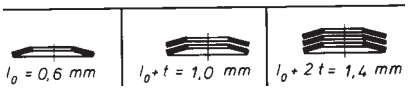


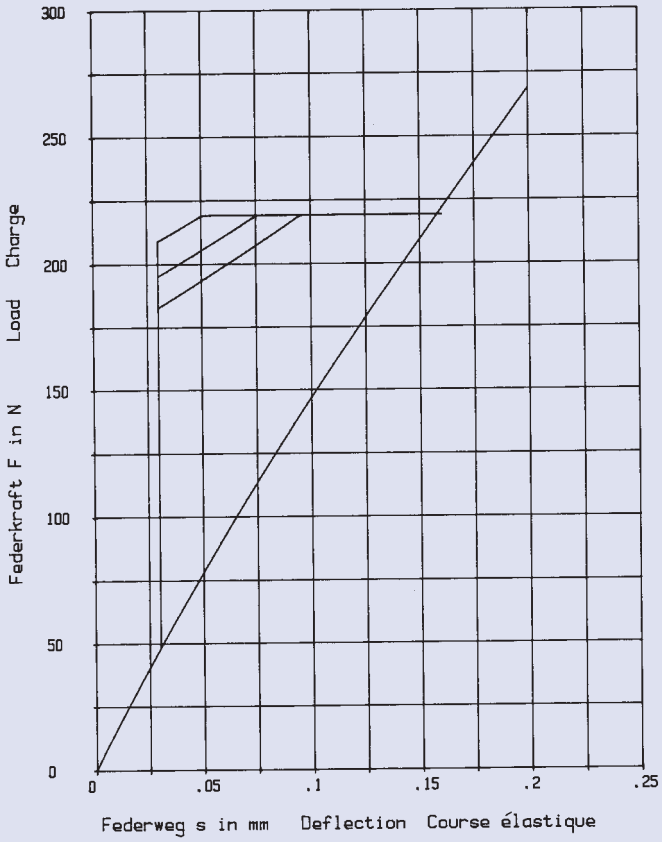
8 x 4,2 x 0,4

GR 1, DIN 2093 – A 8

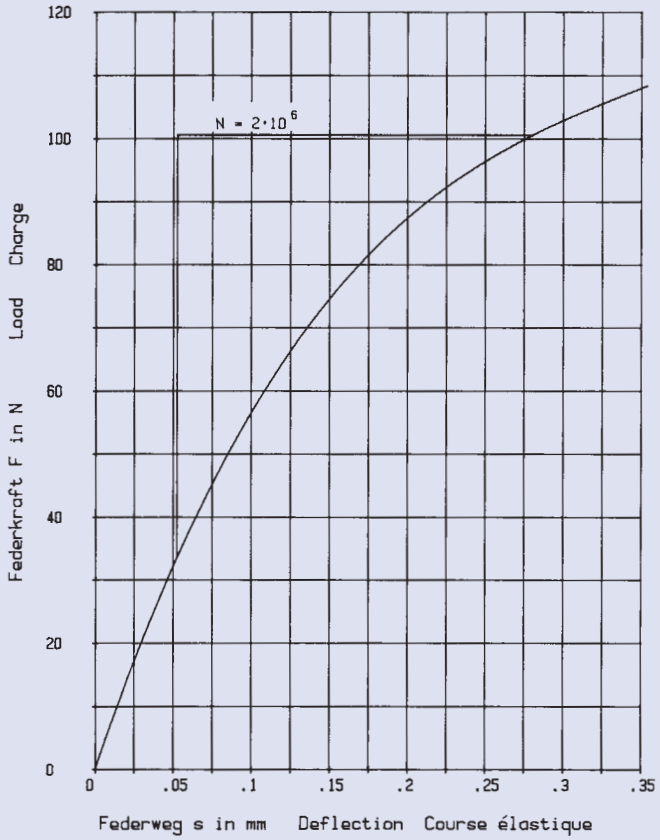


h_0 = 0,2 mm
D_e / D_i = 1,904
t = 0,4 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,5
m = 0,114 g

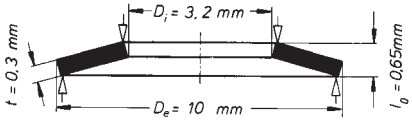




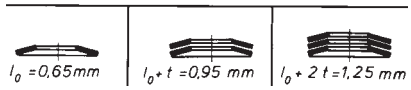
10 x 3,2 x 0,3



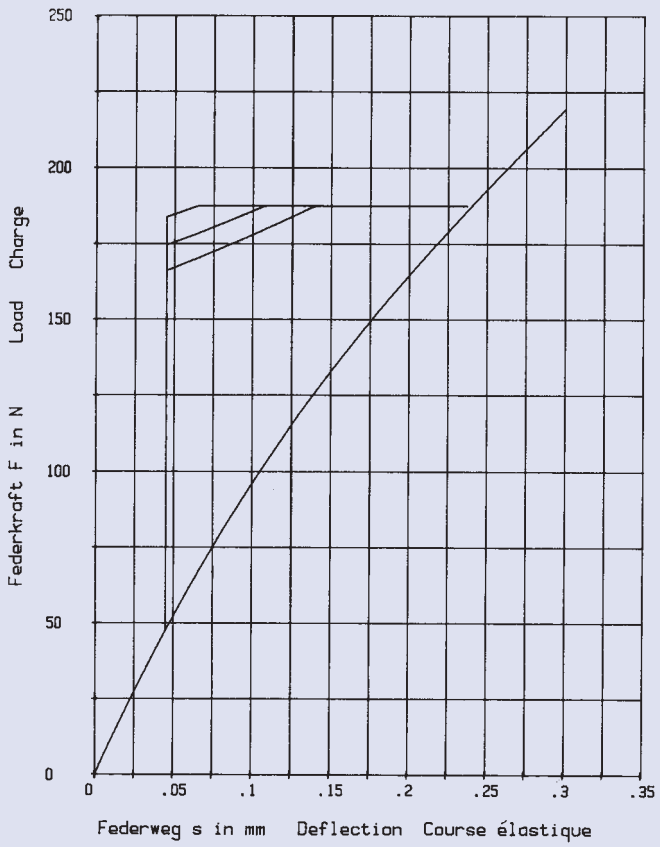
GR 1



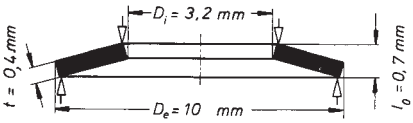
h_0 = 0,35mm	D_e / D_i = 3,125
t = 0,3 mm	D_e / t = 33,333
h_0 / t = 1,166	m = 0,166 g



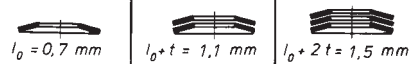
10 x 3,2 x 0,4



GR 1

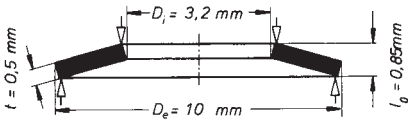


h_0 = 0,3 mm	D_e / D_i = 3,125
t = 0,4 mm	D_e / t = 25
h_0 / t = 0,75	m = 0,221 g

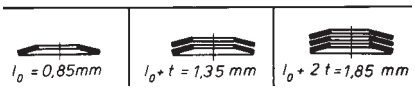


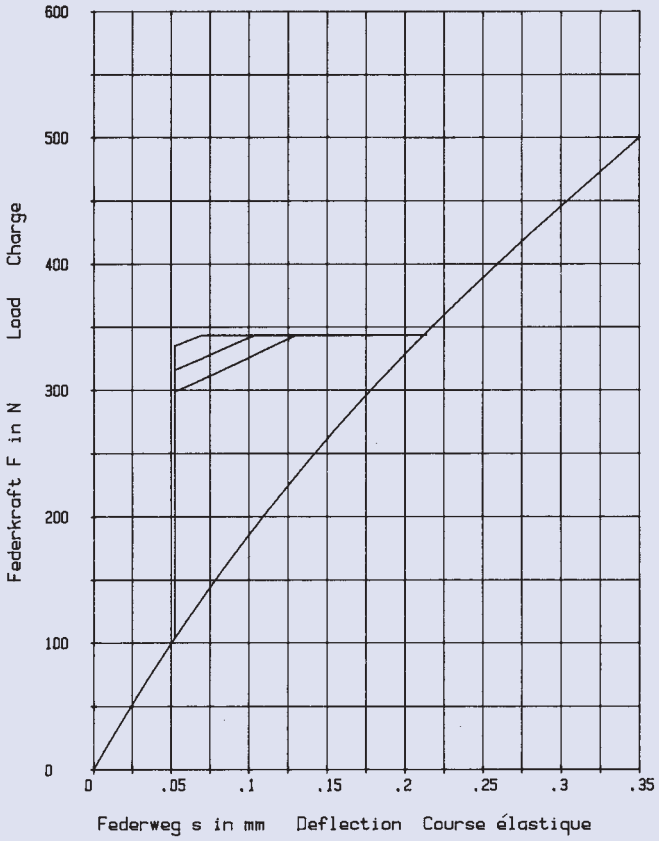
10 x 3,2 x 0,5

GR 1



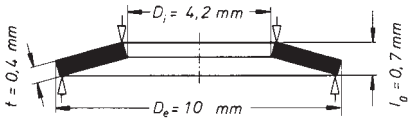
h_0 = 0,35mm
D_e / D_i = 3,125
t = 0,5 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,7
m = 0,277 g



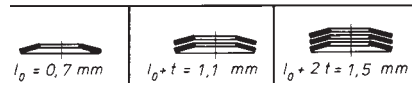


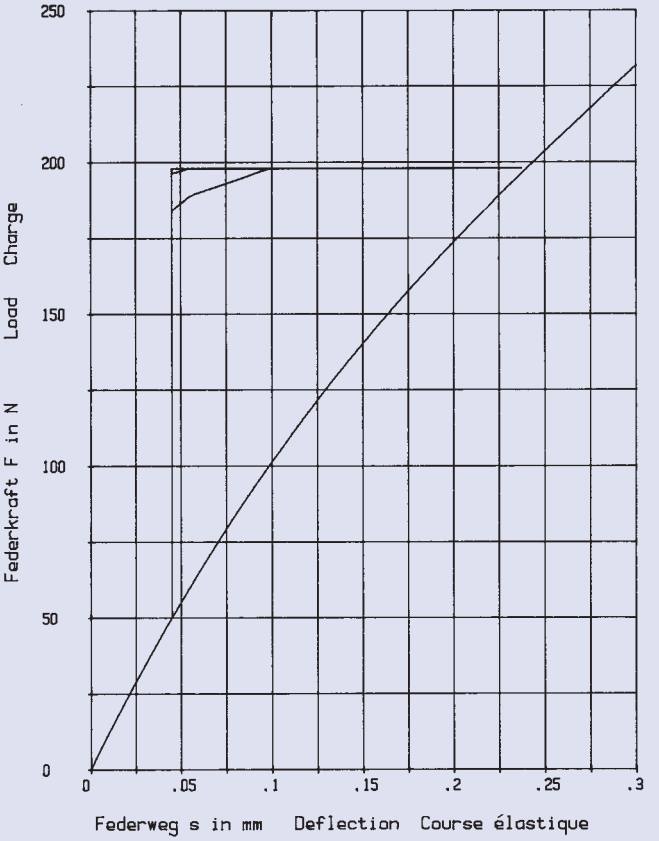
10 x 4,2 x 0,4

GR 1

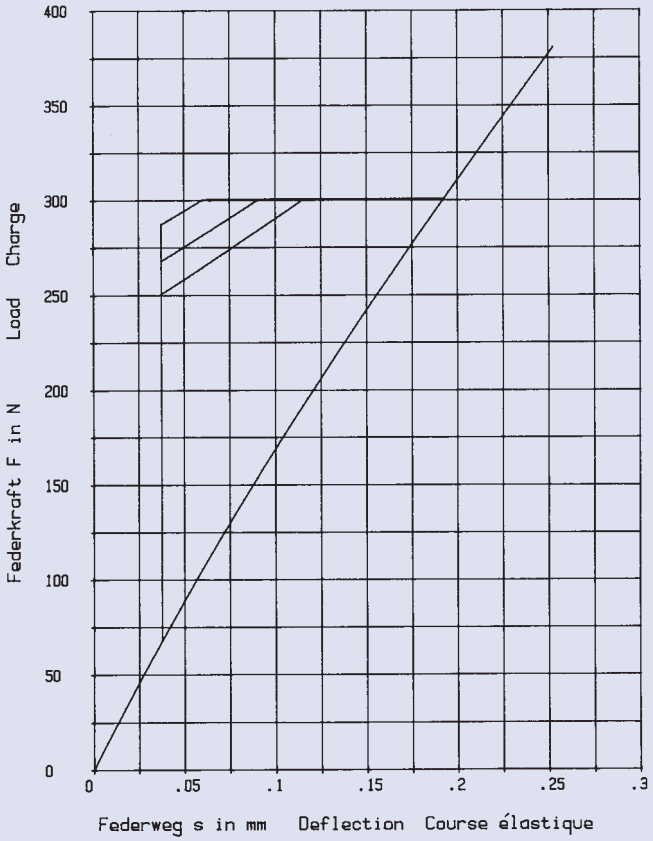


h_0 = 0,3 mm
D_e / D_i = 2,38
t = 0,4 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0,75
m = 0,203 g

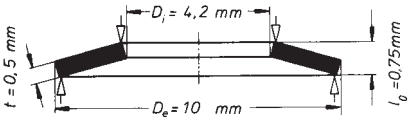




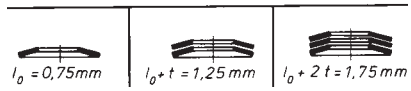
10 x 4,2 x 0,5



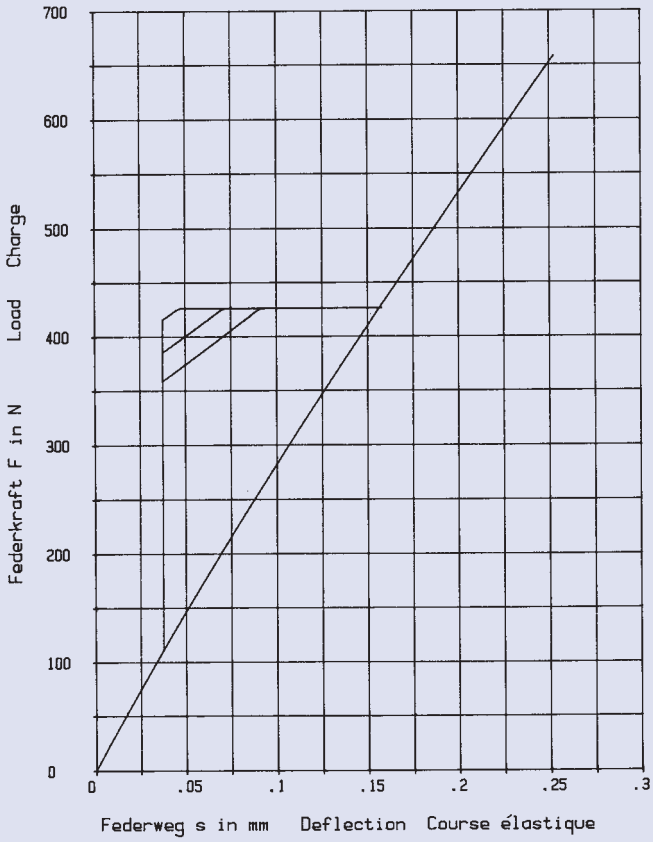
GR 1



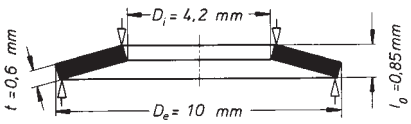
h_0 = 0,25mm	D_e / D_i = 2,38
t = 0,5 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,5	m = 0,254 g



10 x 4,2 x 0,6



GR 1



h_0 = 0,25 mm	D_e / D_i = 2,38
t = 0,6 mm	D_e / t = 16,666
h_0 / t = 0,416	m = 0,304 g

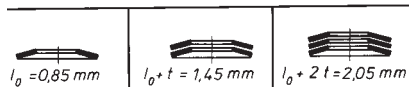
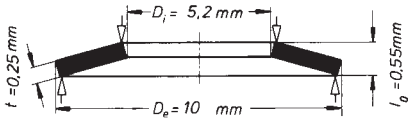


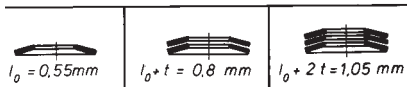
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

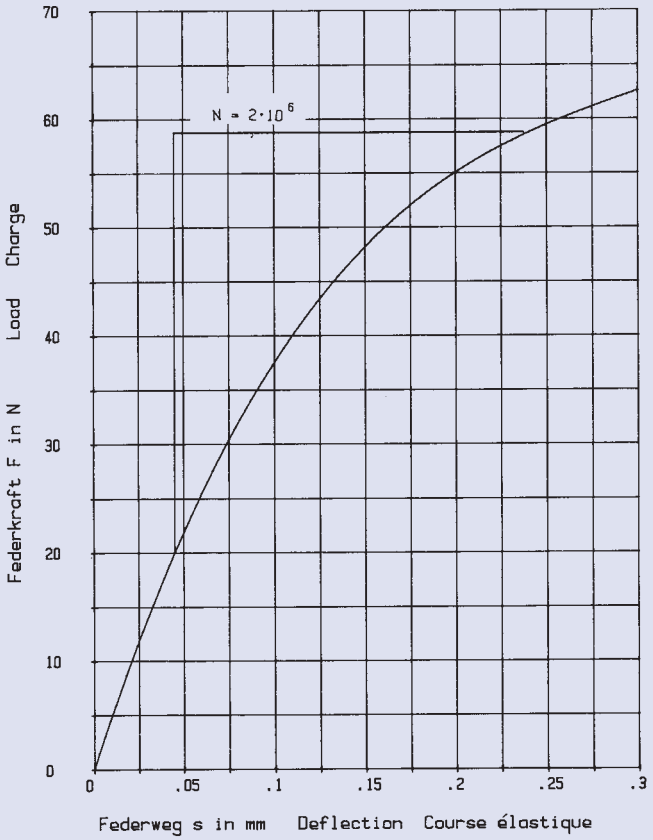
10 x 5,2 x 0,25

GR 1, DIN 2093 – C 10



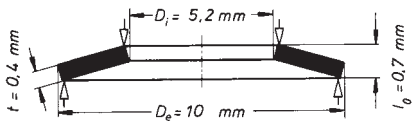
h_0 = 0,3 mm
t = 0,25mm
h_0/t = 1,2
D_e/D_i = 1,923
D_e/t = 40
m = 0,112 g



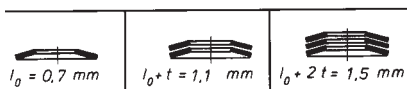


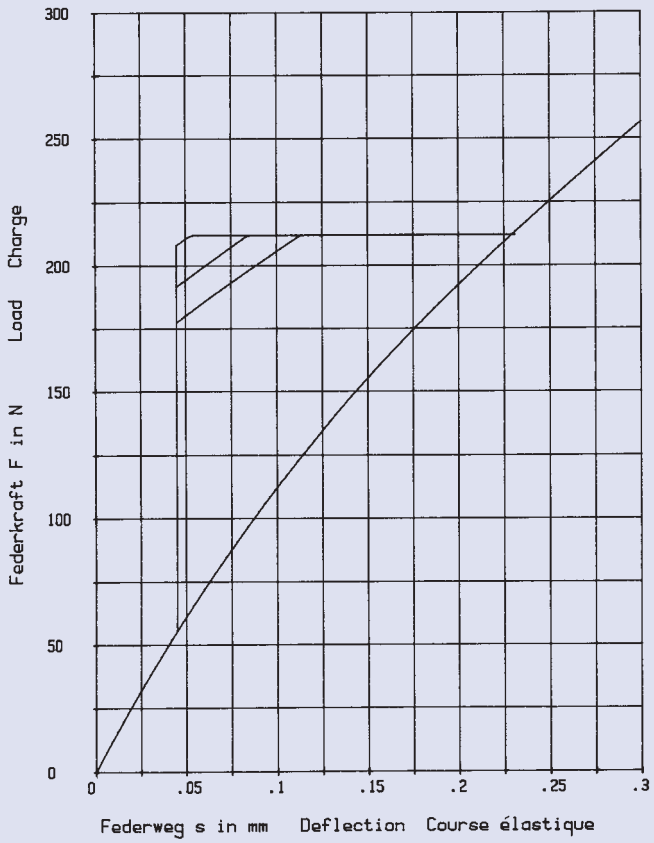
10 x 5,2 x 0,4

GR 1, DIN 2093 – B 10



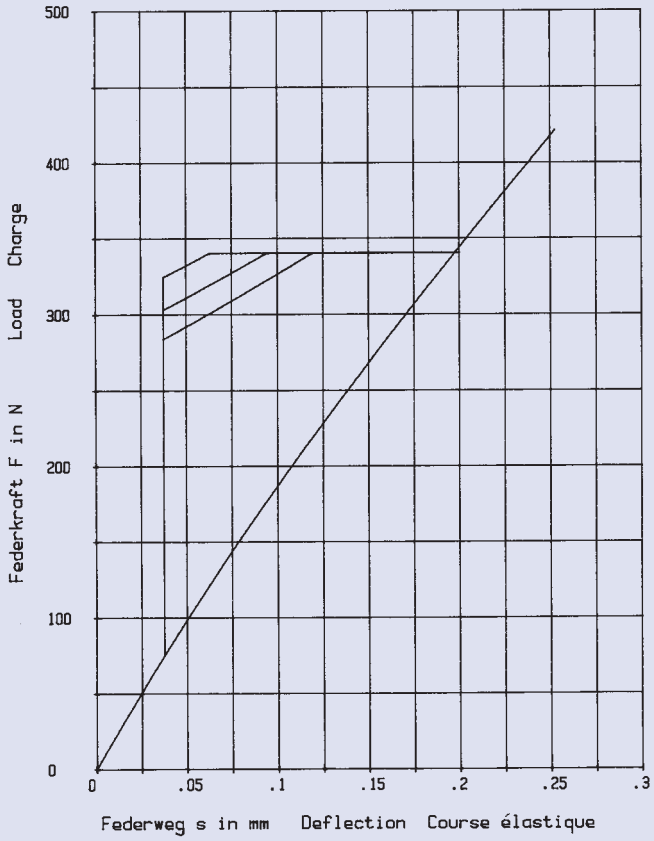
h_0 = 0,3 mm
t = 0,4 mm
h_0/t = 0,75
D_e/D_i = 1,923
D_e/t = 25
m = 0,18 g

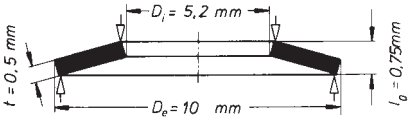




10 x 5,2 x 0,5

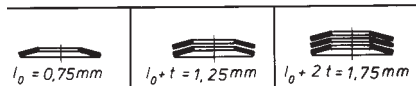
GR 1, DIN 2093 – A 10





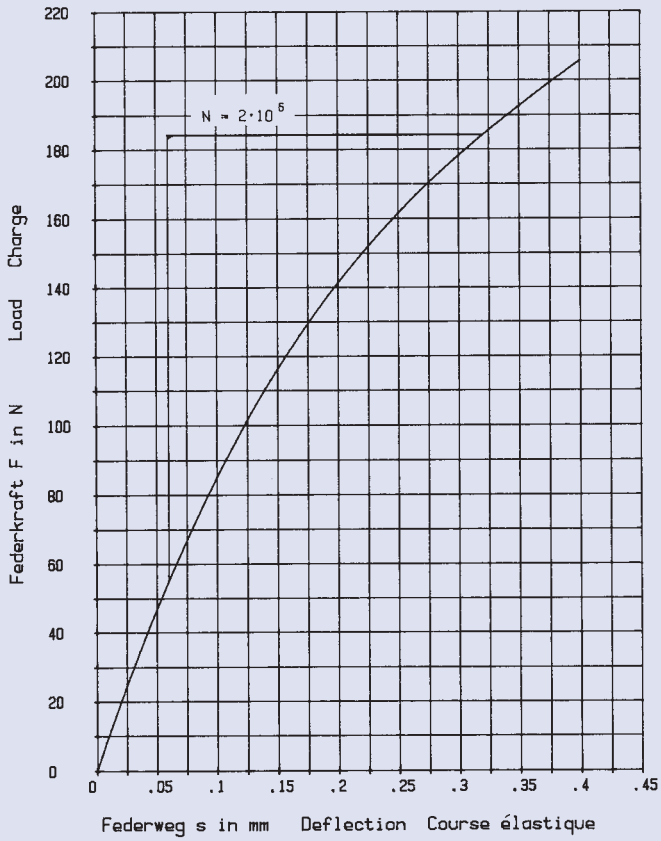
h_0 = 0,25mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 0,5

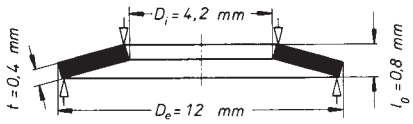
D_e/D_i = 1,923
D_e/t = 20
m = 0,225 g



12 x 4,2 x 0,4

GR 1





h_0 = 0,4 mm
t = 0,4 mm
h_0/t = 1

D_e/D_i = 2,857
D_e/t = 30
m = 0,311 g

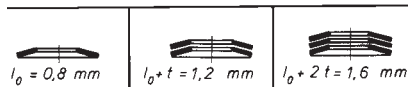
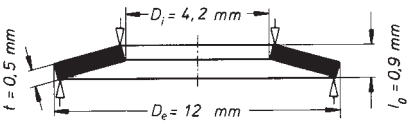


Diagramme | Diagrams | Diagrammes

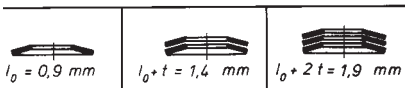
12 x 4,2 x 0,5

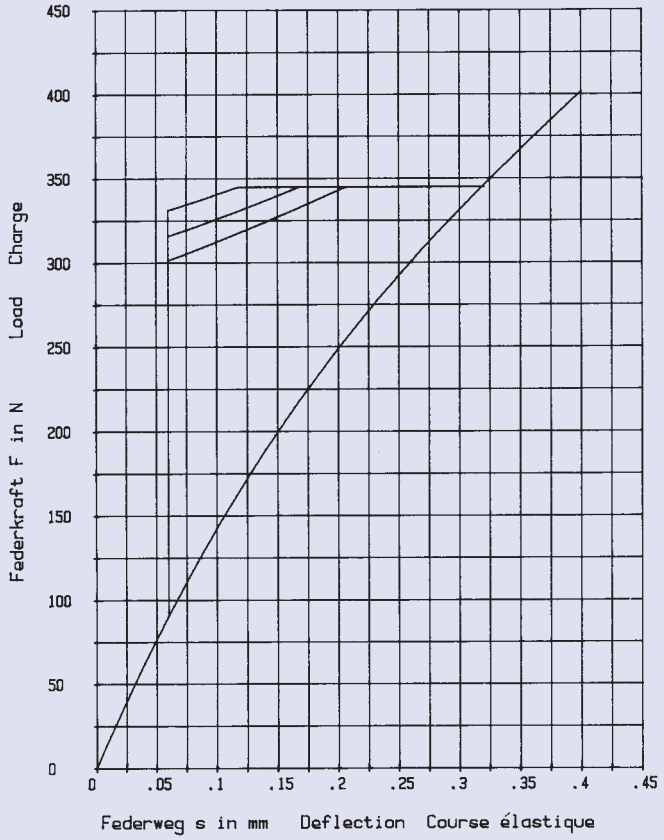
GR 1



h_0 = 0,4 mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 0,8

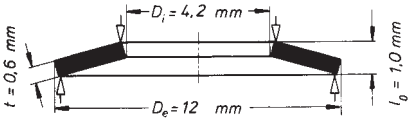
D_e/D_i = 2,857
D_e/t = 24
m = 0,389 g





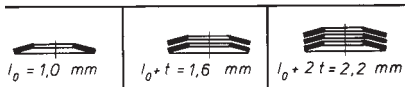
12 x 4,2 x 0,6

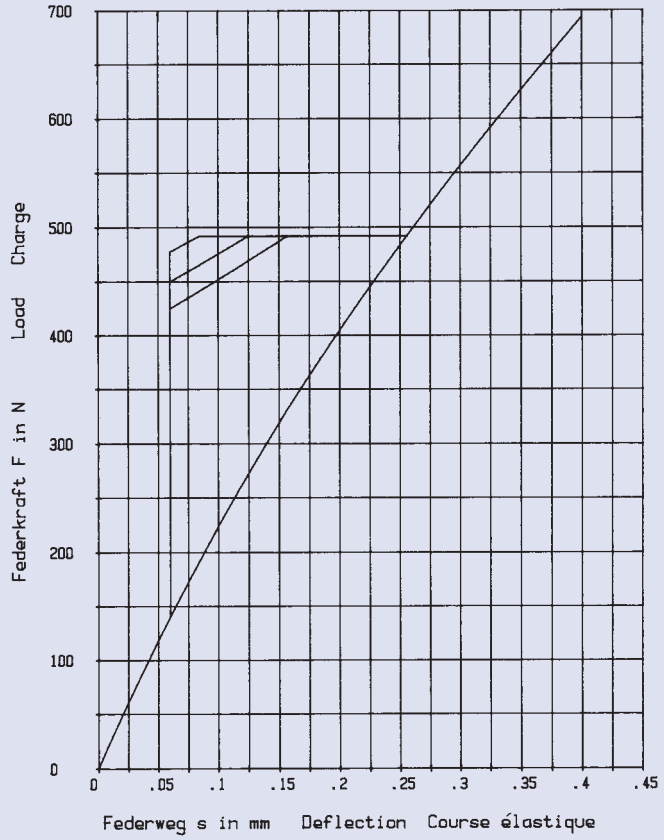
GR 1



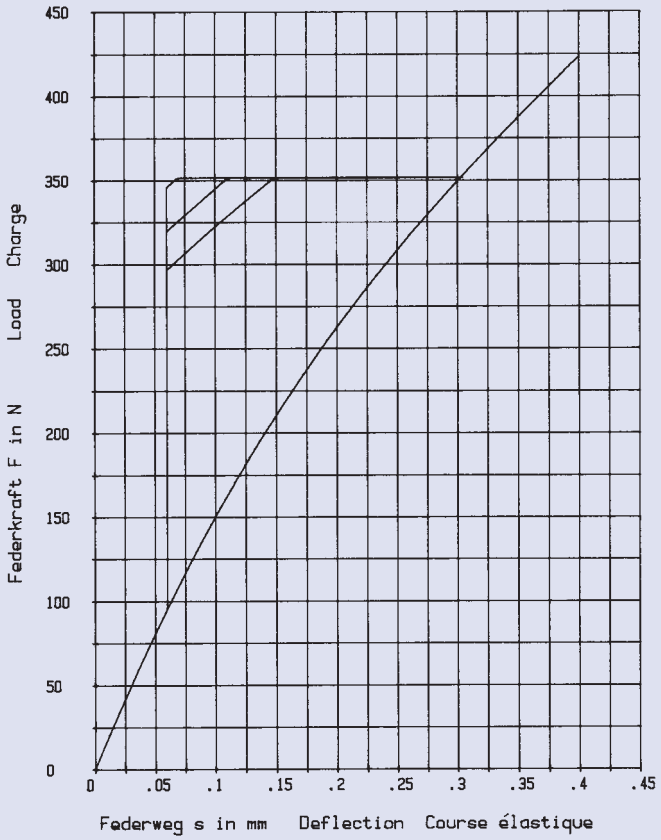
h_0 = 0,4 mm
t = 0,6 mm
h_0/t = 0,666

D_e/D_i = 2,857
D_e/t = 20
m = 0,467 g

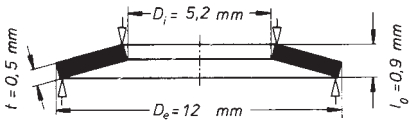




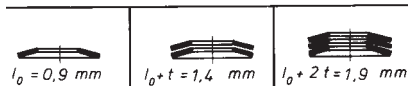
12 x 5,2 x 0,5



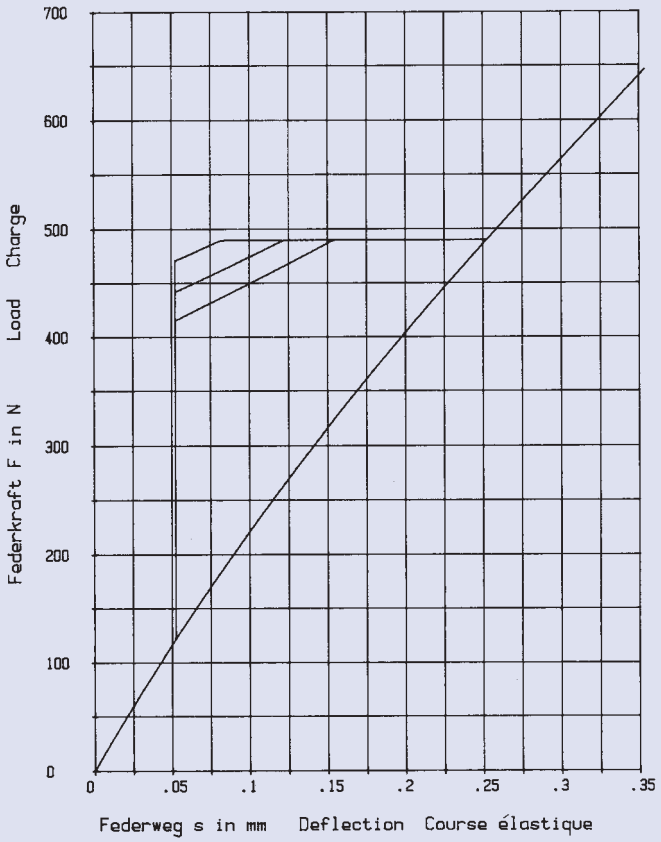
GR 1



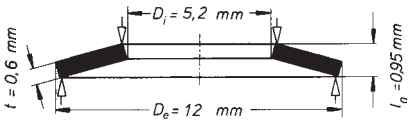
h_0 = 0,4 mm	D_e / D_i = 2,307
t = 0,5 mm	D_e / t = 24
h_0 / t = 0,8	m = 0,360 g



12 x 5,2 x 0,6



GR 1



h_0 = 0,35mm	D_e / D_i = 2,307
t = 0,6 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,583	m = 0,432 g

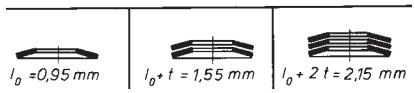
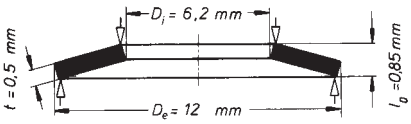


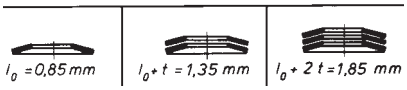
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

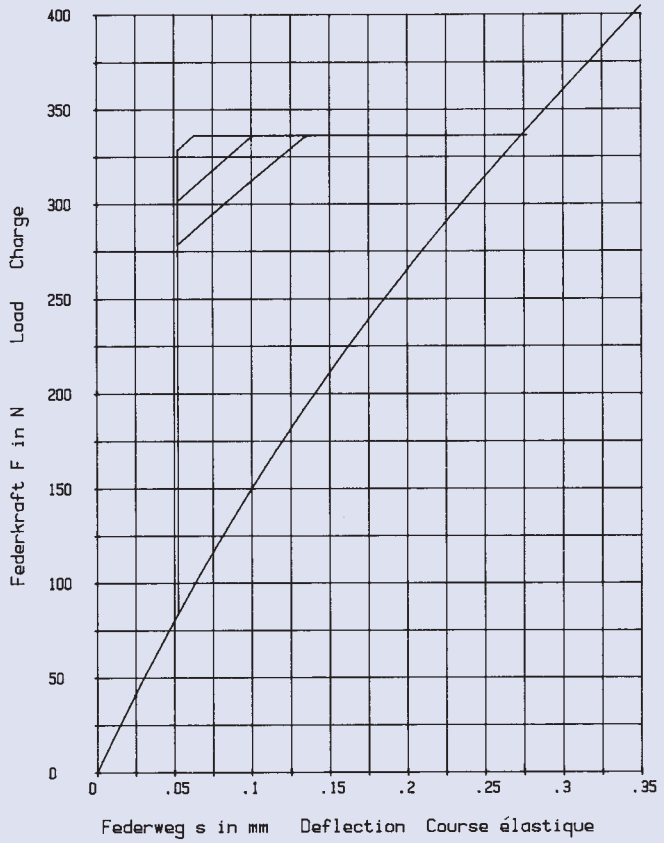
12 x 6,2 x 0,5

GR 1



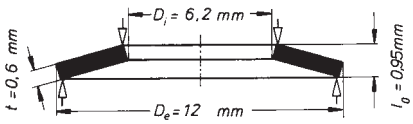
h_0 = 0,35mm
D_e / D_i = 1,935
t = 0,5 mm
D_e / t = 24
h_0 / t = 0,7
m = 0,325 g



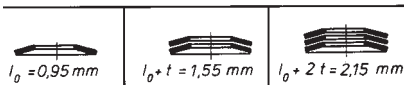


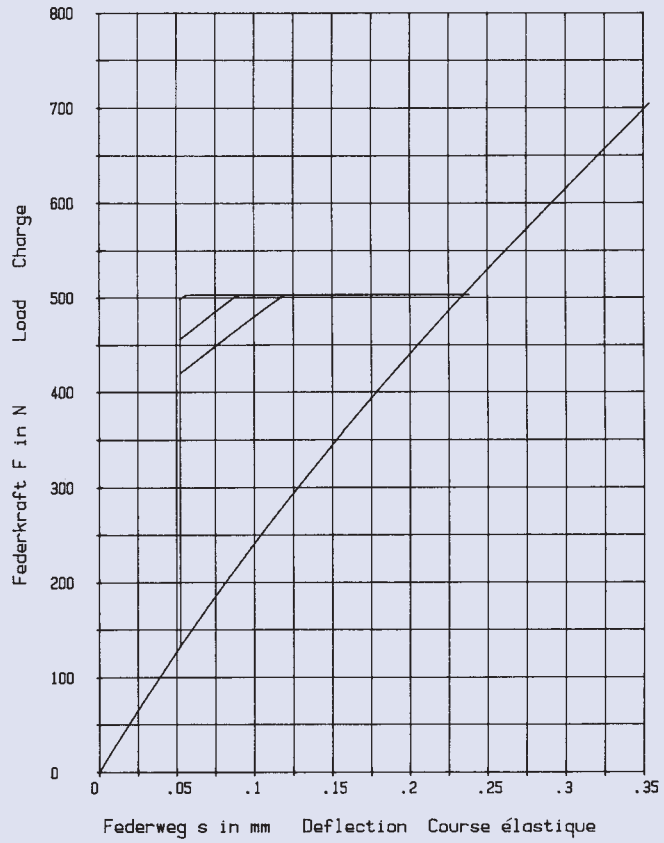
12 x 6,2 x 0,6

GR 1

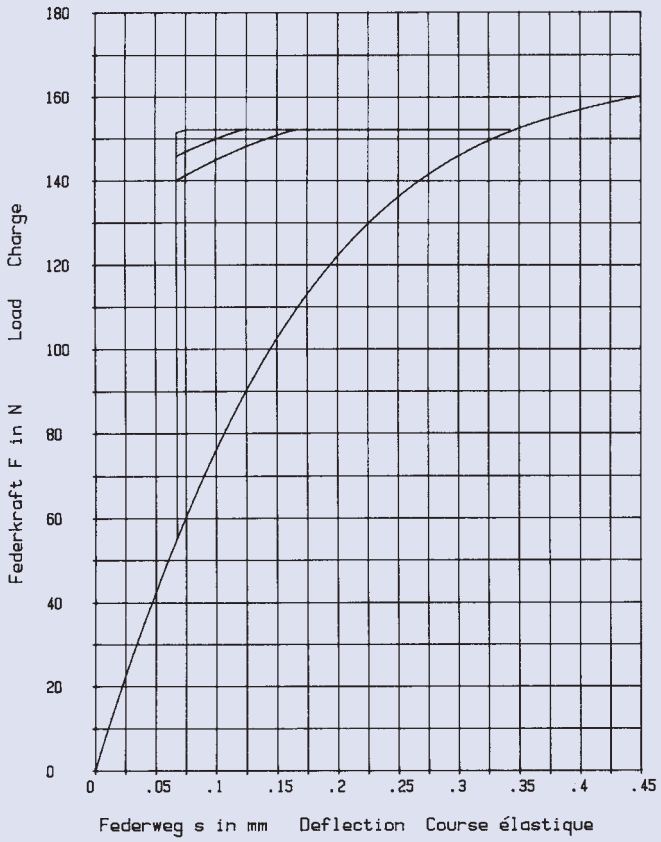


h_0 = 0,35 mm
D_e / D_i = 1,935
t = 0,6 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,583
m = 0,390 g

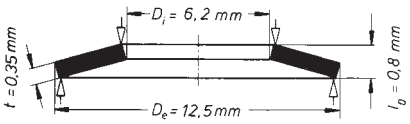




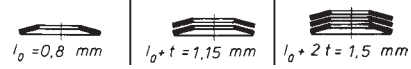
12,5 x 6,2 x 0,35



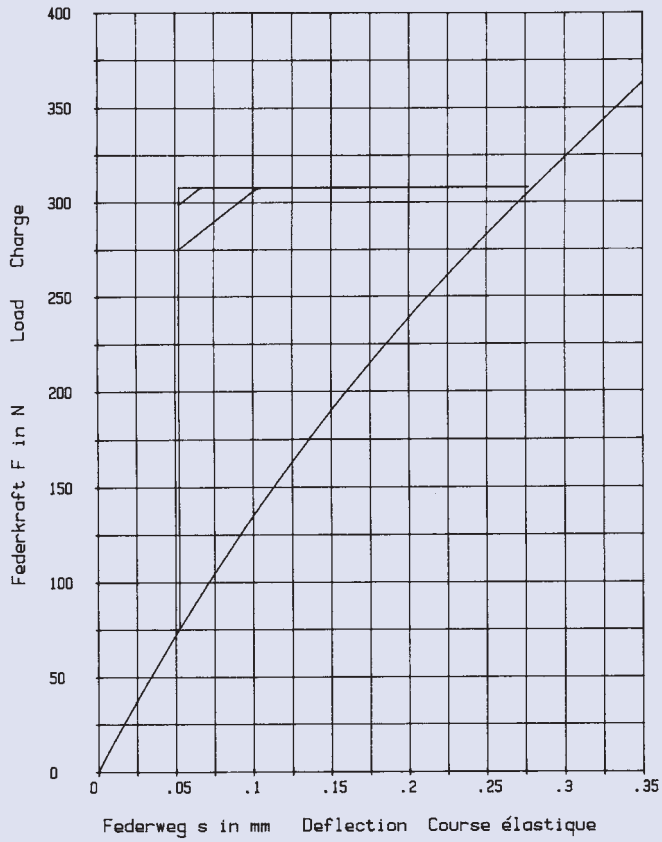
GR 1, DIN 2093 – C 12,5



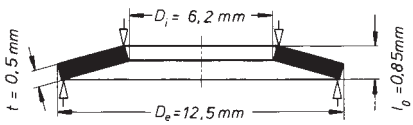
h_0 = 0,45 mm	D_e / D_i = 2,016
t = 0,35 mm	D_e / t = 35,714
h_0 / t = 1,285	m = 0,254 g



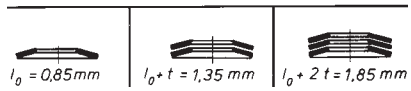
12,5 x 6,2 x 0,5



GR 1, DIN 2093 – B 12,5

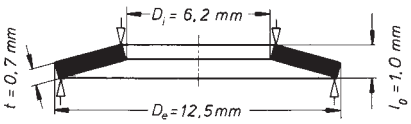


h_0 = 0,35 mm	D_e / D_i = 2,016
t = 0,5 mm	D_e / t = 25
h_0 / t = 0,7	m = 0,363 g



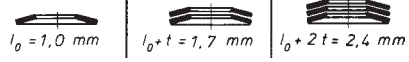
12,5 x 6,2 x 0,7

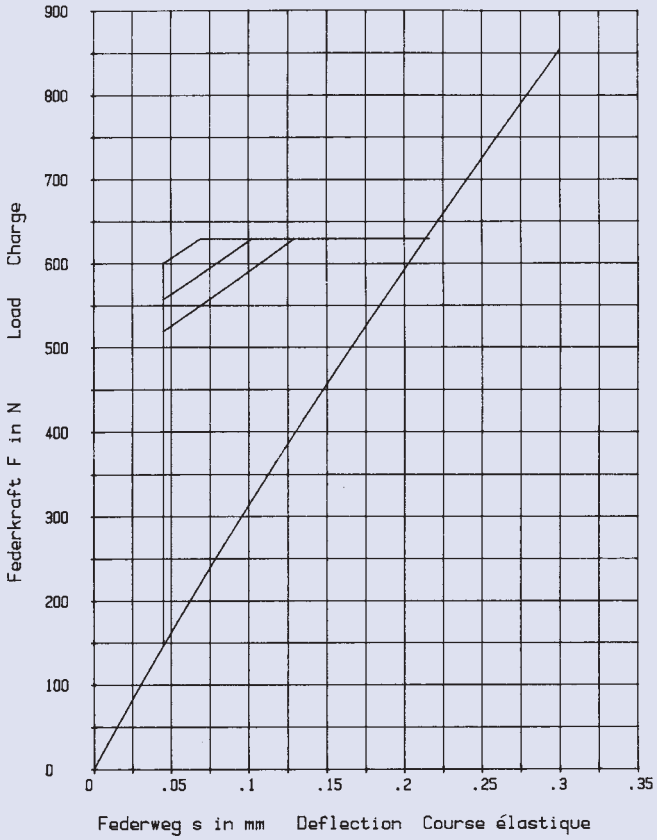
GR 1, DIN 2093 – A 12,5



h_0 = 0,3 mm
t = 0,7 mm
h_0/t = 0,428

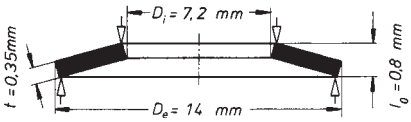
D_e/D_i = 2,016
D_e/t = 17,857
m = 0,508 g





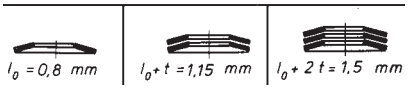
14 x 7,2 x 0,35

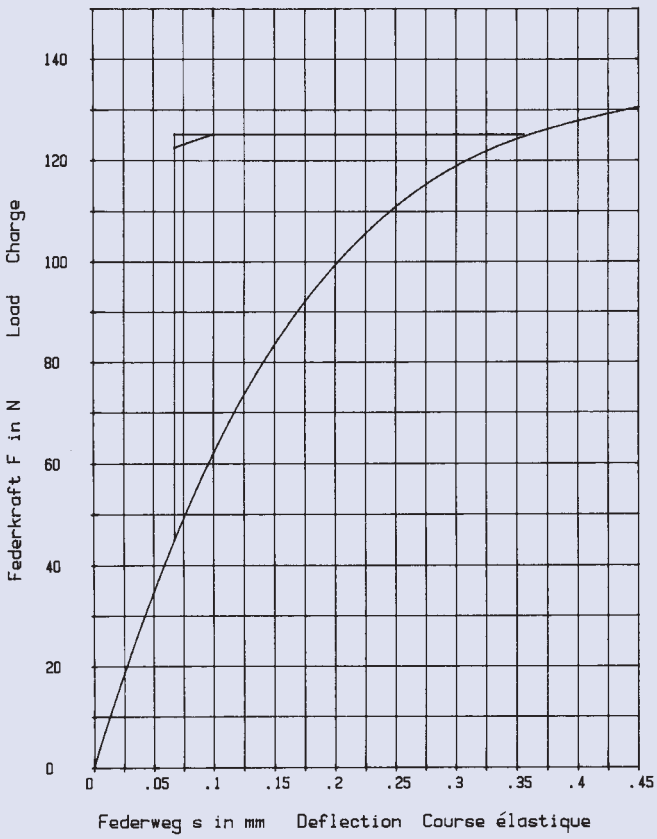
GR 1, DIN 2093 – C 14



h_0 = 0,45mm
t = 0,35mm
h_0/t = 1,285

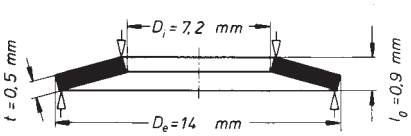
D_e/D_i = 1,944
D_e/t = 40
m = 0,311 g





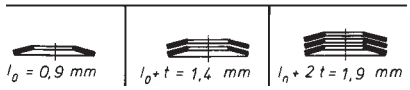
14 x 7,2 x 0,5

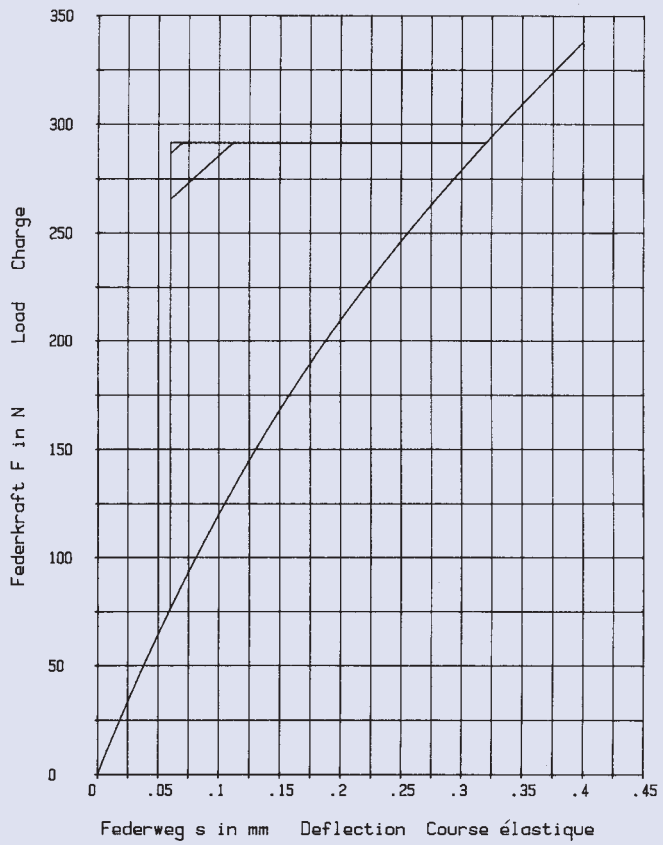
GR 1, DIN 2093 – B 14



h_0 = 0,4 mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 0,8

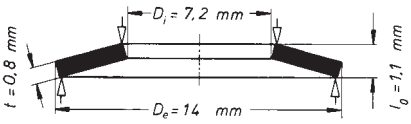
D_e/D_i = 1,944
D_e/t = 28
m = 0,444 g





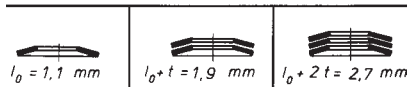
14 x 7,2 x 0,8

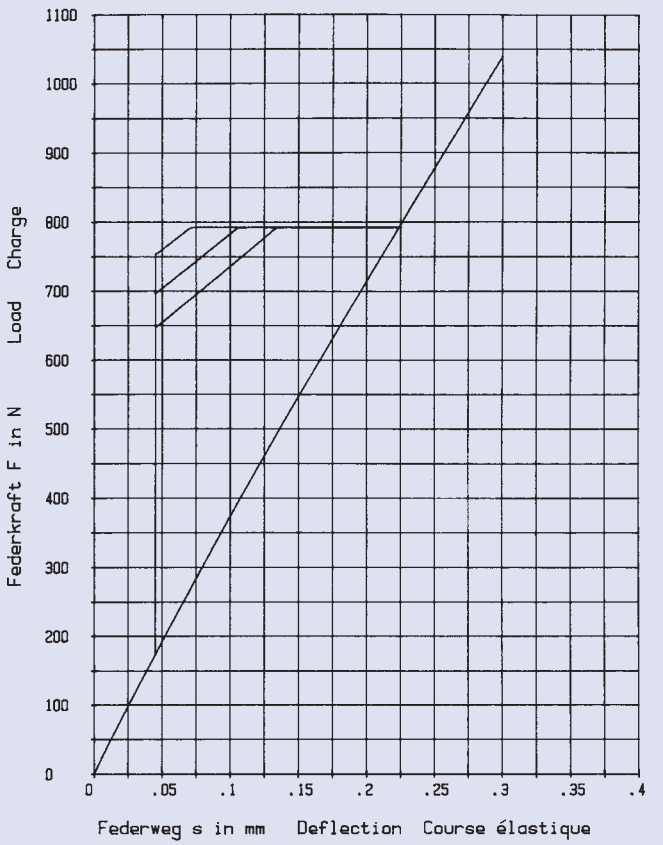
GR 1, DIN 2093 – A 14



h_0 = 0,3 mm
t = 0,8 mm
h_0/t = 0,375

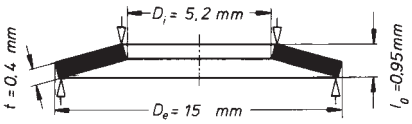
D_e/D_i = 1,944
D_e/t = 17,5
m = 0,711 g





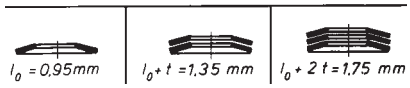
15 x 5,2 x 0,4

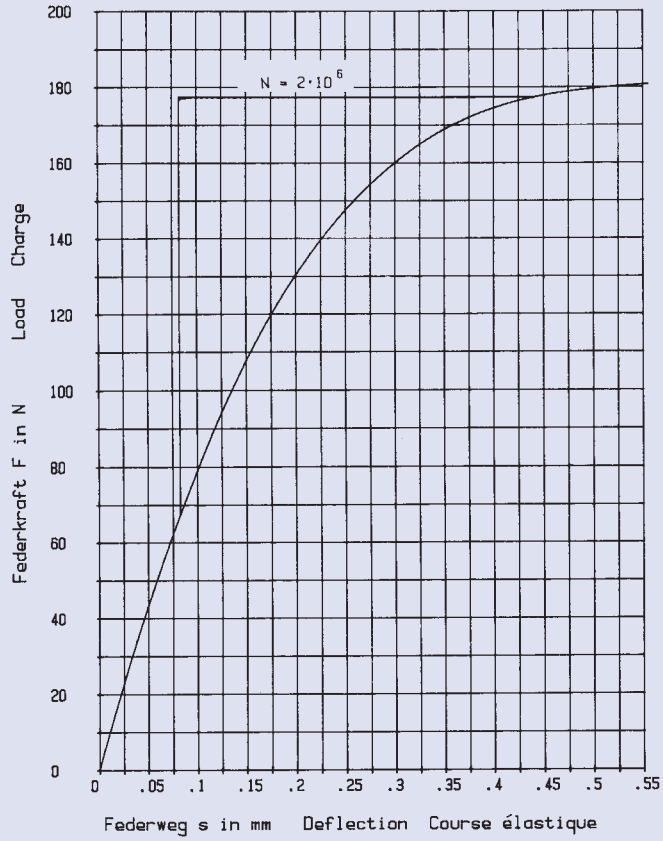
GR 1



h_0 = 0,55mm
t = 0,4 mm
h_0/t = 1,375

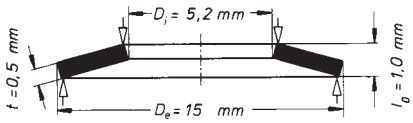
D_e/D_i = 2,884
D_e/t = 37,5
m = 0,488 g





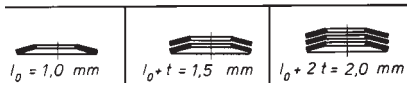
15 x 5,2 x 0,5

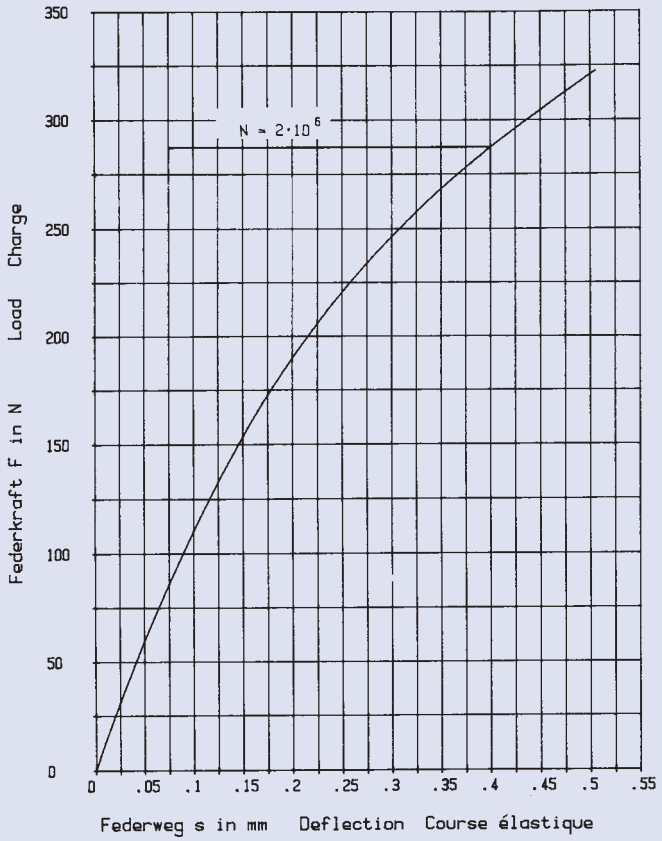
GR 1



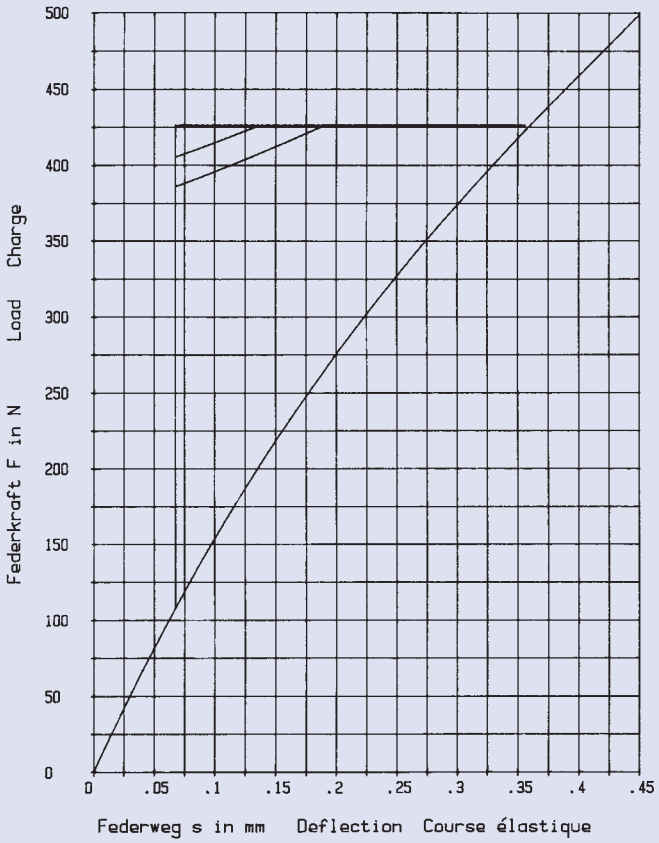
h_0 = 0,5 mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 1,0

D_e/D_i = 2,884
D_e/t = 30
m = 0,610 g

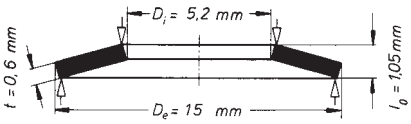




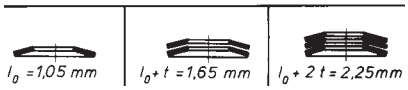
15 x 5,2 x 0,6



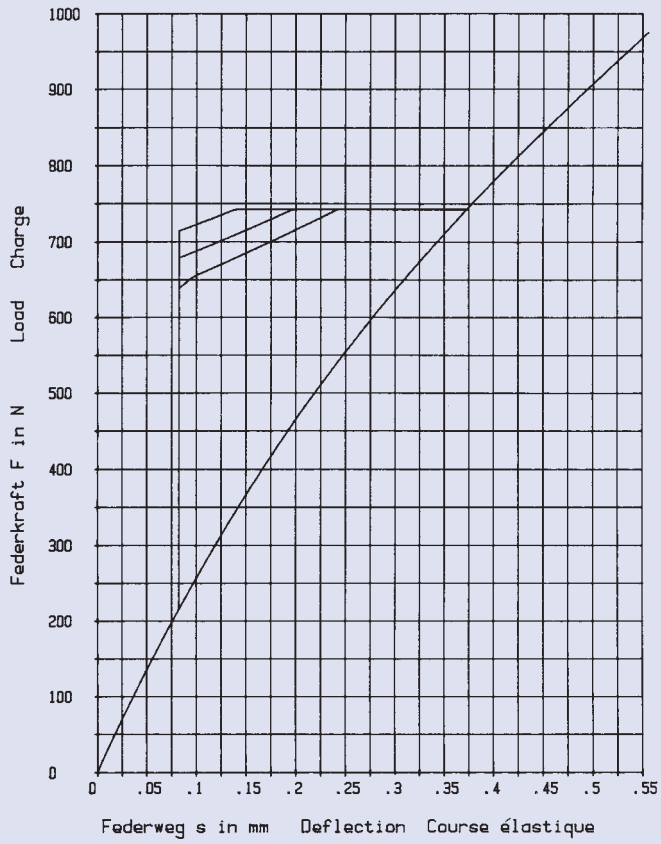
GR 1



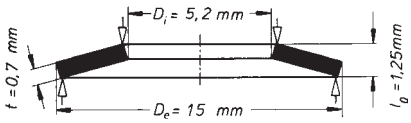
h_0 =0,45 mm
D_e / D_i = 2,884
t = 0,6 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0,75
m = 0,732 g



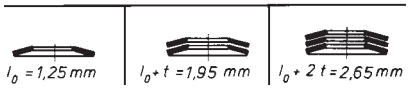
15 x 5,2 x 0,7



GR 1

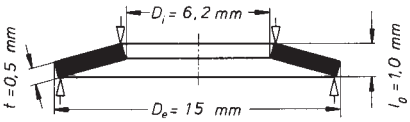


h_0 = 0,55mm
D_e / D_i = 2,884
t = 0,7 mm
D_e / t = 21,428
h_0 / t = 0,785
m = 0,854 g

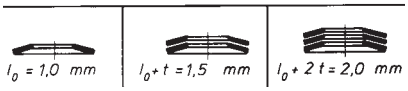


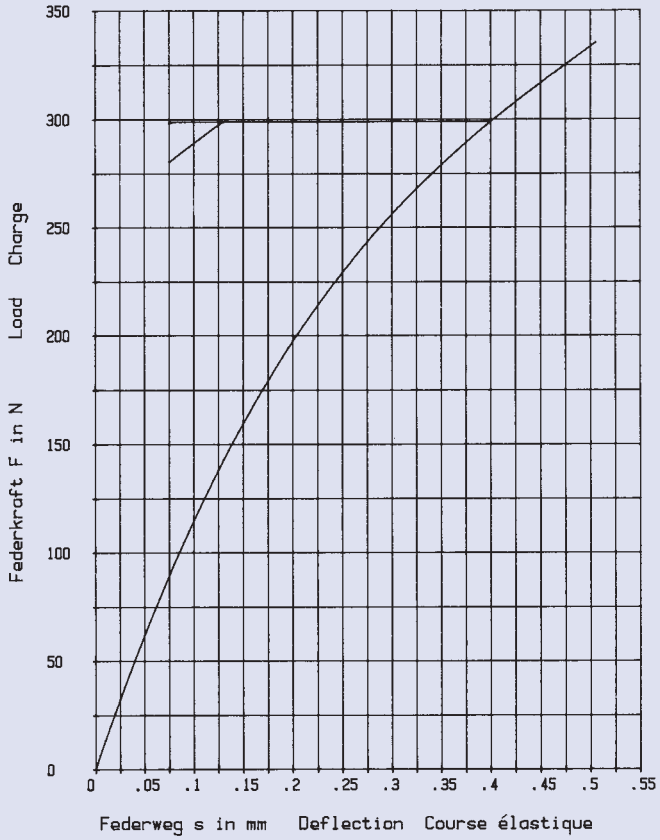
15 x 6,2 x 0,5

GR 1



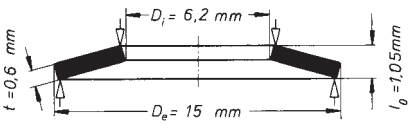
h_0 = 0,5 mm
D_e / D_i = 2,419
t = 0,5 mm
D_e / t = 30
h_0 / t = 1,0
m = 0,575 g



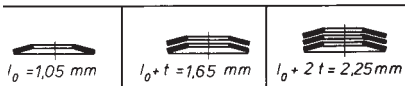


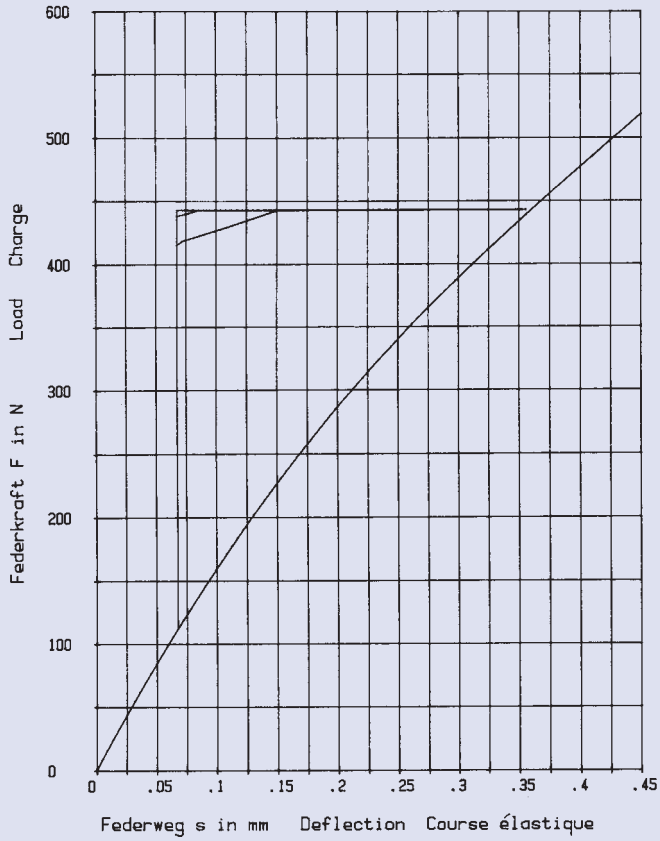
15 x 6,2 x 0,6

GR 1

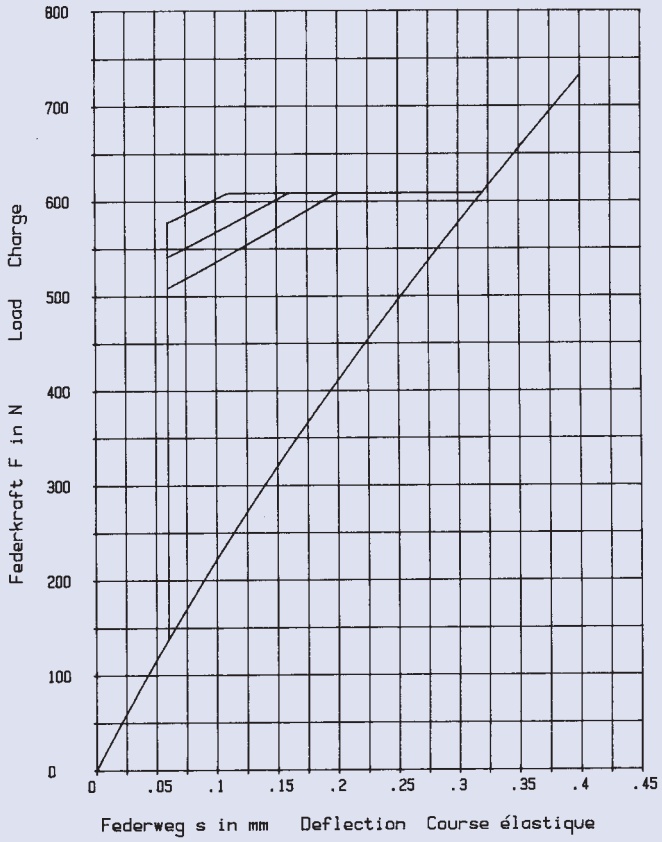


h_0 =0,45mm
D_e / D_i = 2,419
t = 0,6 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0,75
m = 0,690 g

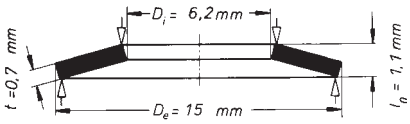




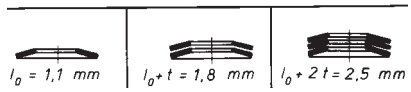
15 x 6,2 x 0,7



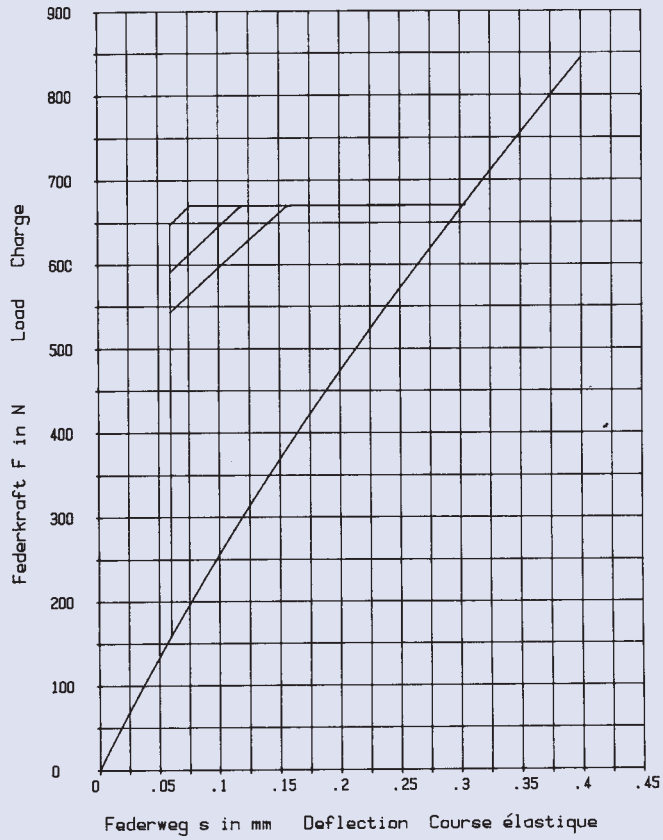
GR 1



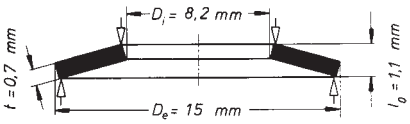
h_0 = 0,4 mm
t = 0,7 mm
h_0/t = 0,571
D_e/D_i = 2,419
D_e/t = 21,428
m = 0,805 g



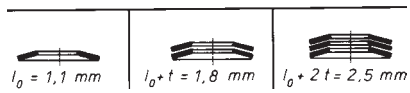
15 x 8,2 x 0,7



GR 1

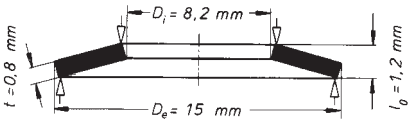


h_0 = 0,4 mm
t = 0,7 mm
h_0/t = 0,571
D_e/D_i = 1,829
D_e/t = 21,428
m = 0,681 g



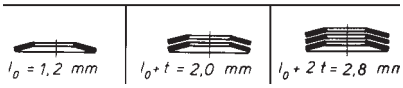
15 x 8,2 x 0,8

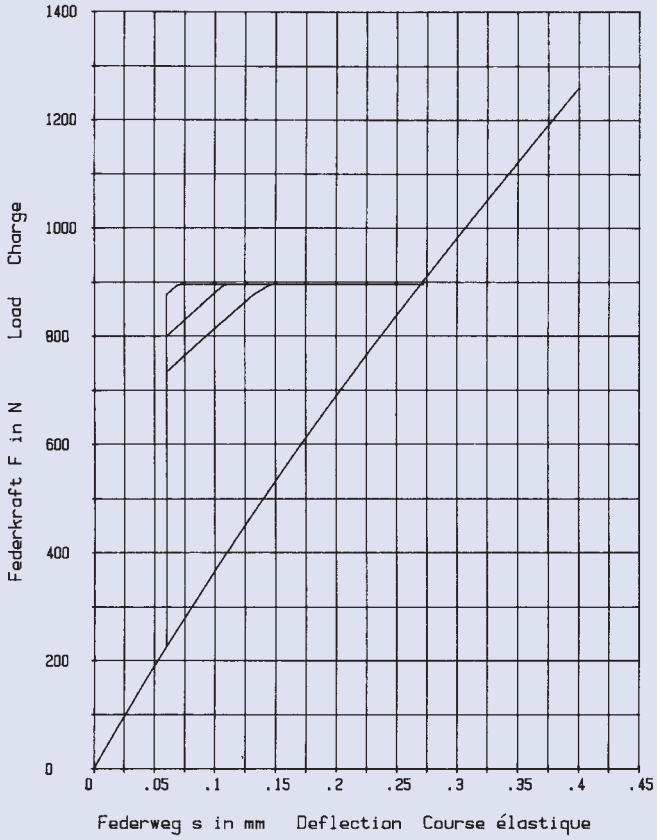
GR 1



h_0 = 0,4 mm
t = 0,8 mm
h_0/t = 0,5

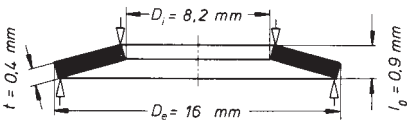
D_e/D_i = 1,829
D_e/t = 18,75
m = 0,778 g





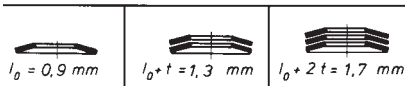
16 x 8,2 x 0,4

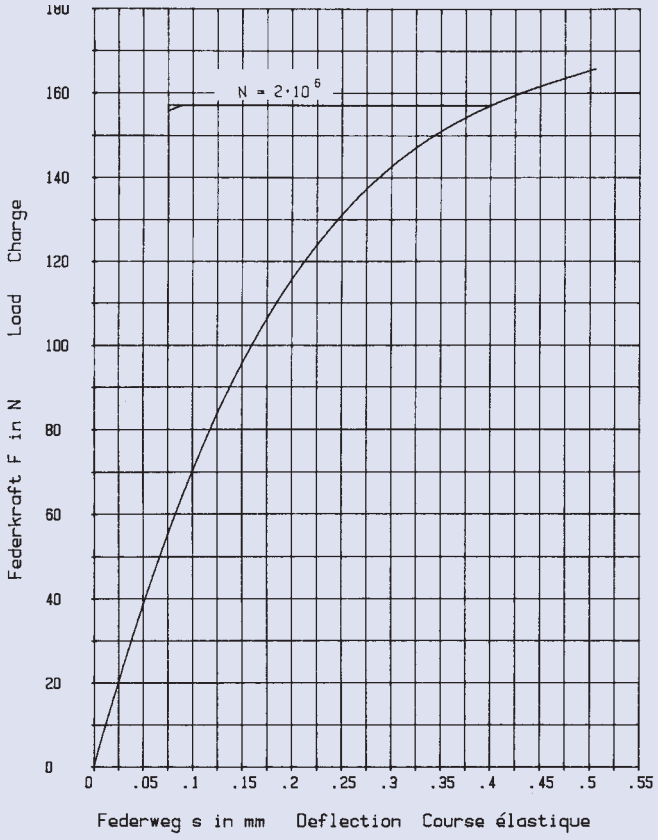
GR 1, DIN 2093 – C 16



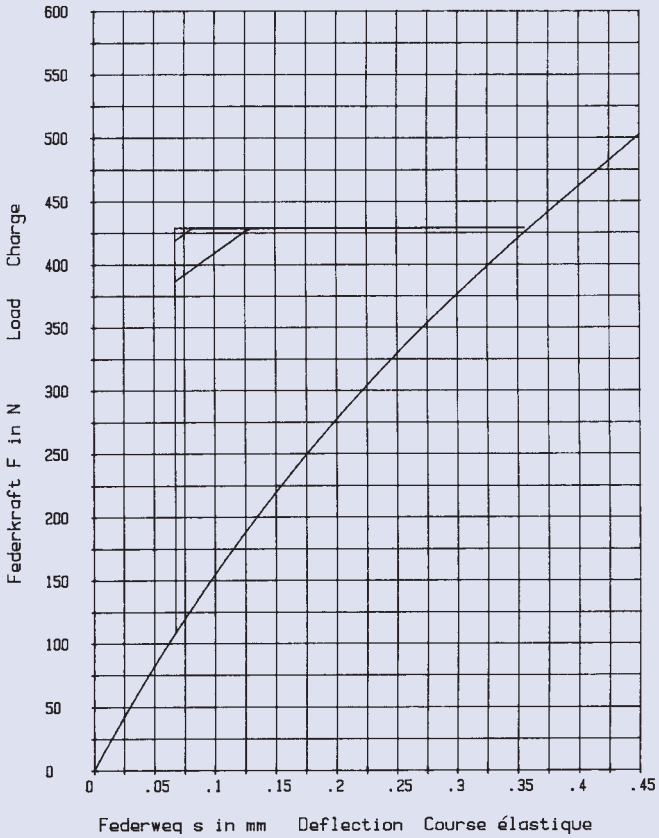
h_0 = 0,5 mm
t = 0,4 mm
h_0/t = 1,25

D_e/D_i = 1,951
D_e/t = 40
m = 0,465 g

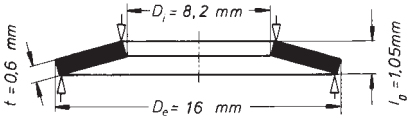




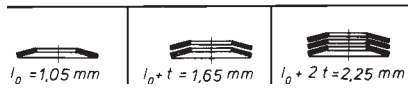
16 x 8,2 x 0,6



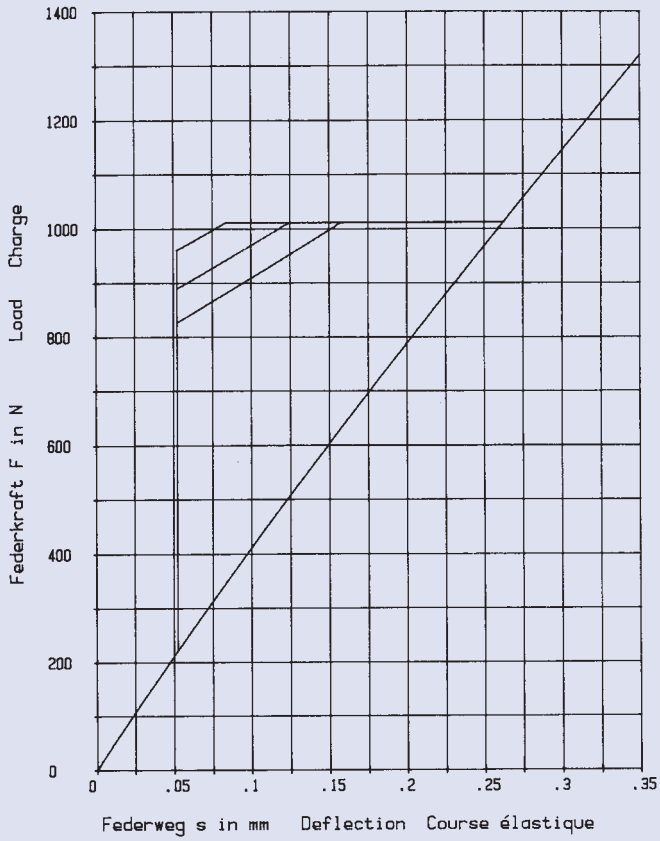
GR 1, DIN 2093 – B 16



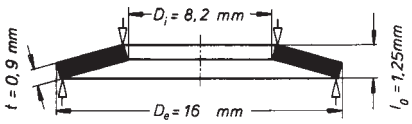
h_0 = 0,45 mm	D_e / D_i = 1,951
t = 0,6 mm	D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,75	m = 0,698 g



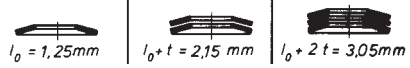
16 x 8,2 x 0,9



GR 1, DIN 2093 – A 16

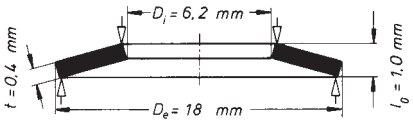


h_0 = 0,35mm	D_e / D_i = 1,951
t = 0,9 mm	D_e / t = 17,777
h_0 / t = 0,388	m = 1,047 g

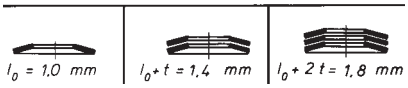


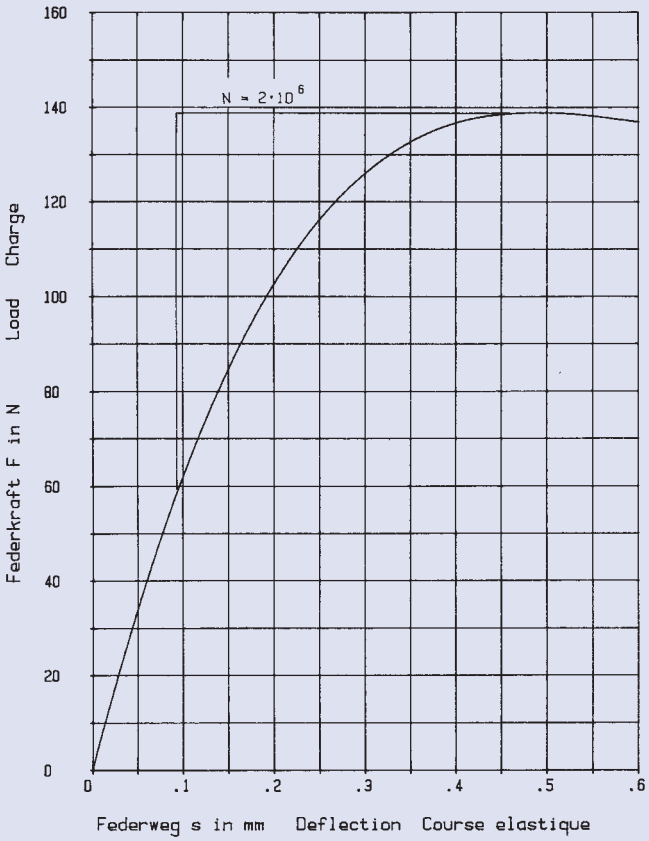
18 x 6,2 x 0,4

GR 1



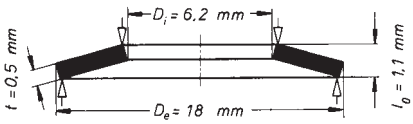
h_0 = 0,6 mm
D_e/D_i = 2,903
t = 0,4 mm
D_e/t = 45
h_0/t = 1,5
m = 0,704 g



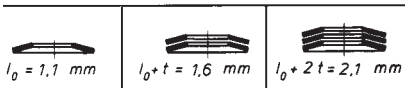


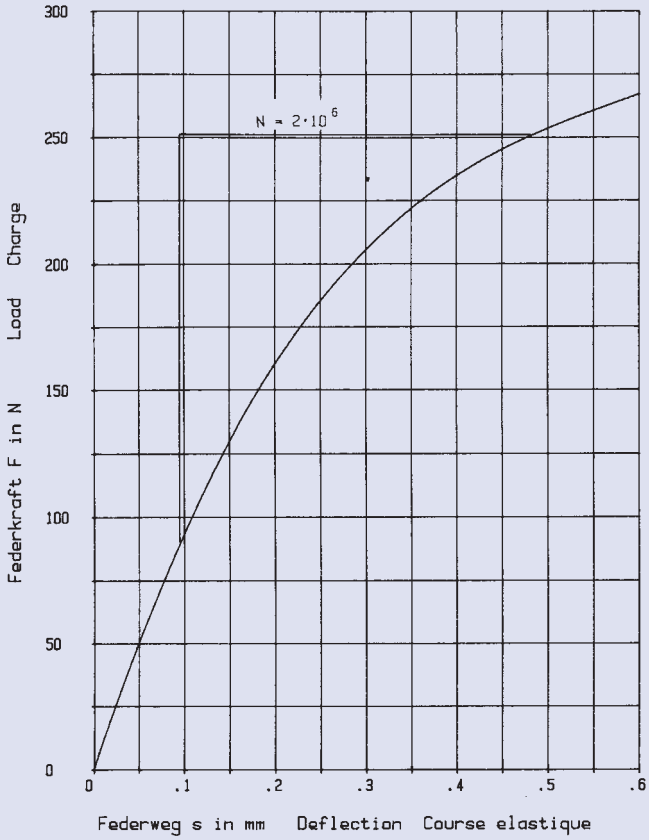
18 x 6,2 x 0,5

GR 1

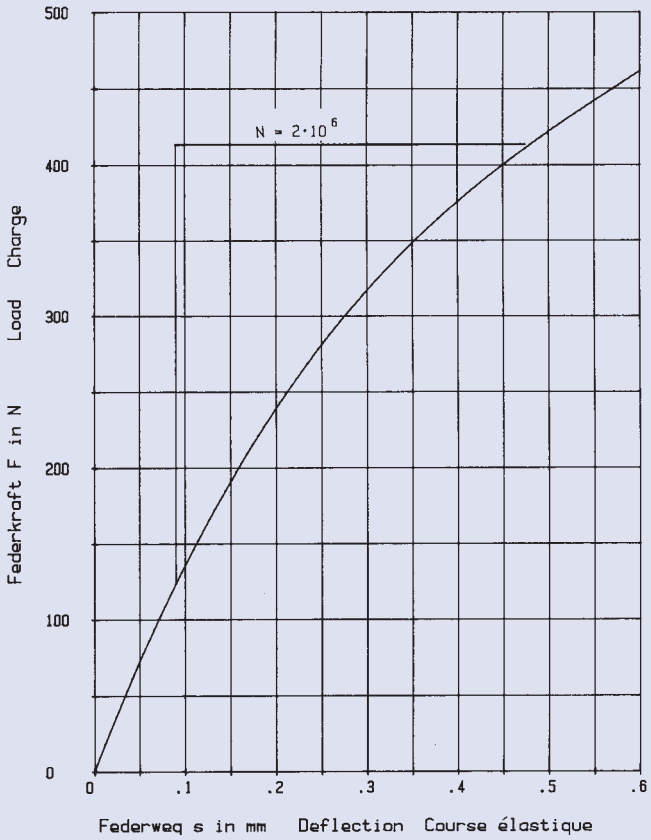


h_0 = 0,6 mm
D_e/D_i = 2,903
t = 0,5 mm
D_e/t = 36
h_0/t = 1,2
m = 0,88 g

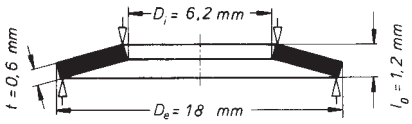




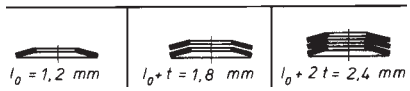
18 x 6,2 x 0,6



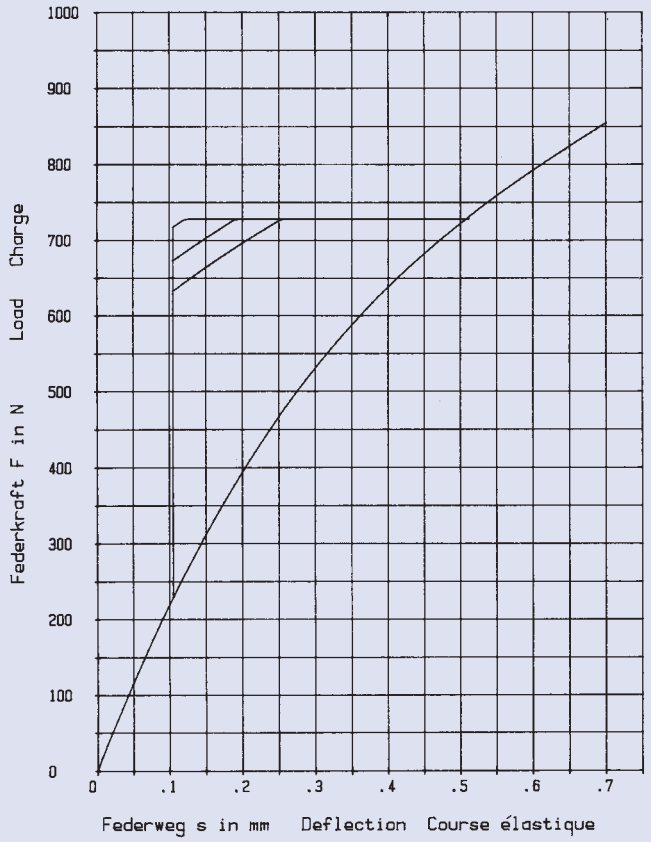
GR 1



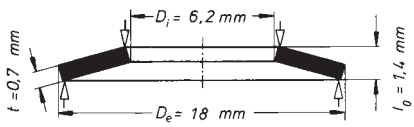
h_0 = 0,6 mm
D_e/D_i = 2,903
t = 0,6 mm
D_e/t = 30
h_0/t = 1,0
m = 1,056 g



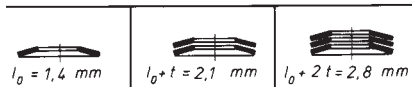
18 x 6,2 x 0,7



GR 1

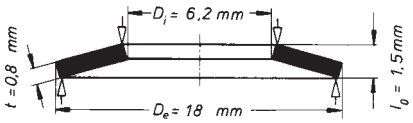


h_0 = 0,7 mm
D_e/D_i = 2,903
t = 0,7 mm
D_e/t = 25,714
h_0/t = 1,0
m = 1,232 g



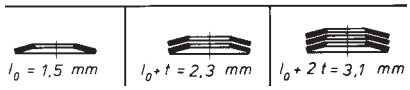
18 x 6,2 x 0,8

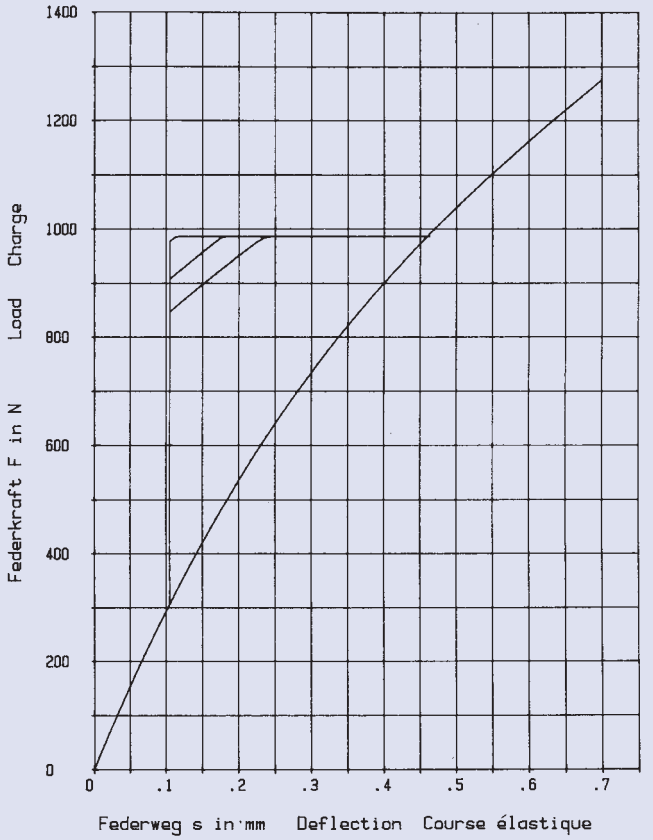
GR 1



h_0 = 0,7 mm
t = 0,8 mm
h_0/t = 0,875

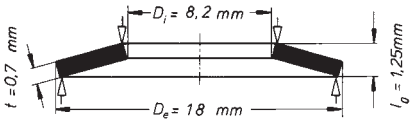
D_e/D_i = 2,903
D_e/t = 22,5
m = 1,408 g





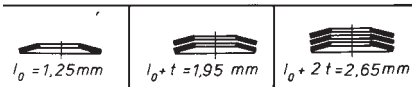
18 x 8,2 x 0,7

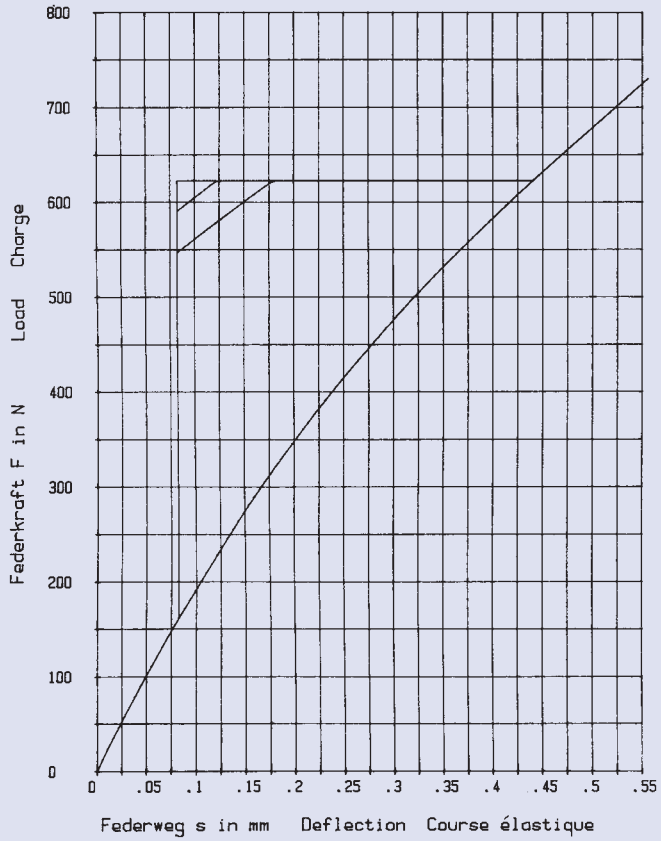
GR 1



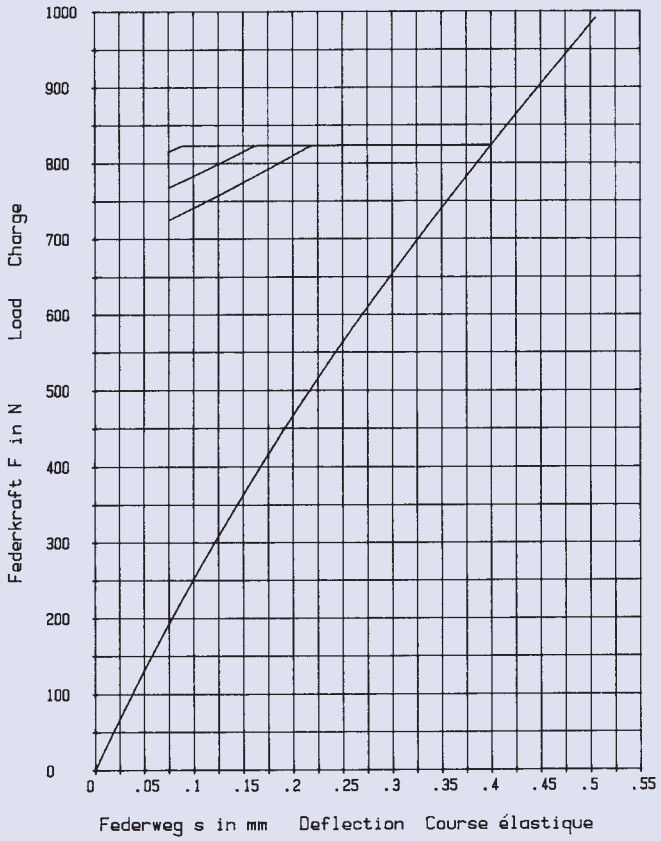
h_0 = 0,55mm
t = 0,7 mm
h_0/t = 0,785

D_e/D_i = 2,195
D_e/t = 25,714
m = 1,108 g

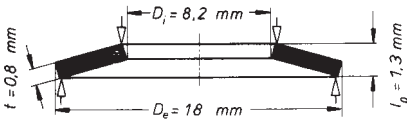




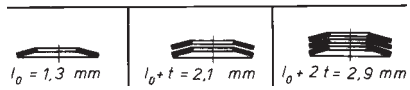
18 x 8,2 x 0,8



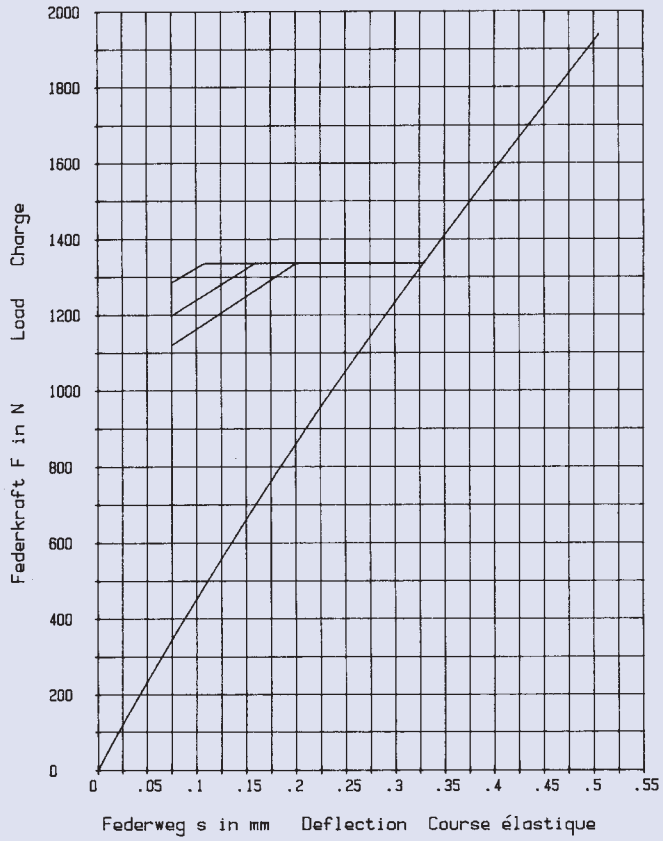
GR 1



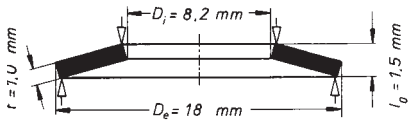
h_0 = 0,5 mm	D_e / D_i = 2,195
t = 0,8 mm	D_e / t = 22,5
h_0 / t = 0,625	m = 1,266 g



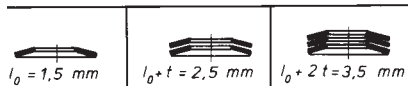
18 x 8,2 x 1,0



GR 1

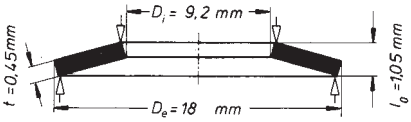


h_0 = 0,5 mm	D_e / D_i = 2,195
t = 1,0 mm	D_e / t = 18
h_0 / t = 0,5	m = 1,582 g

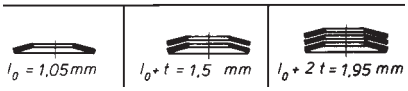


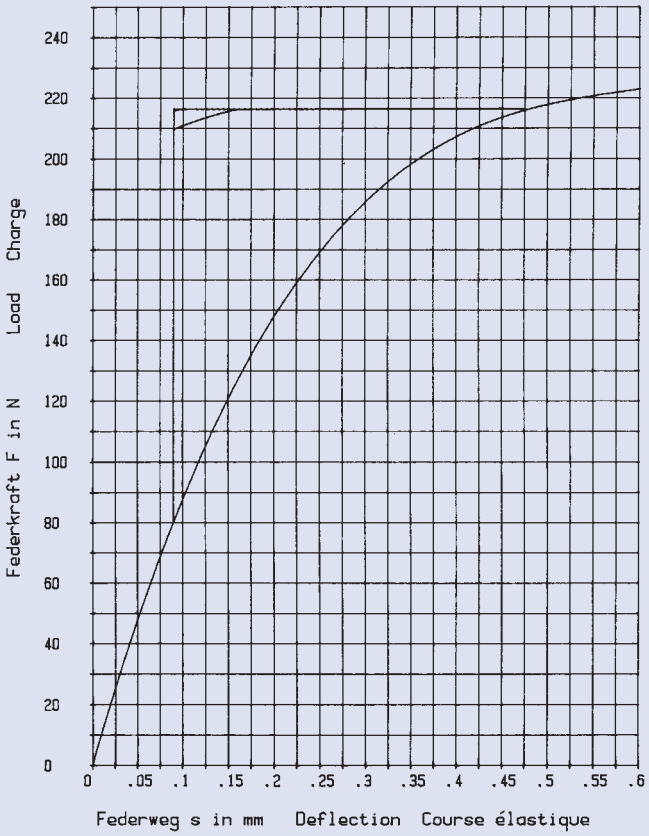
18 x 9,2 x 0,45

GR 1, DIN 2093 – C 18



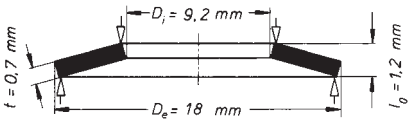
h_0 = 0,6 mm
D_e / D_i = 1,956
t = 0,45mm
D_e / t = 40
h_0 / t = 1,333
m = 0,664 g



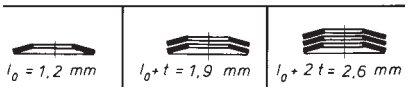


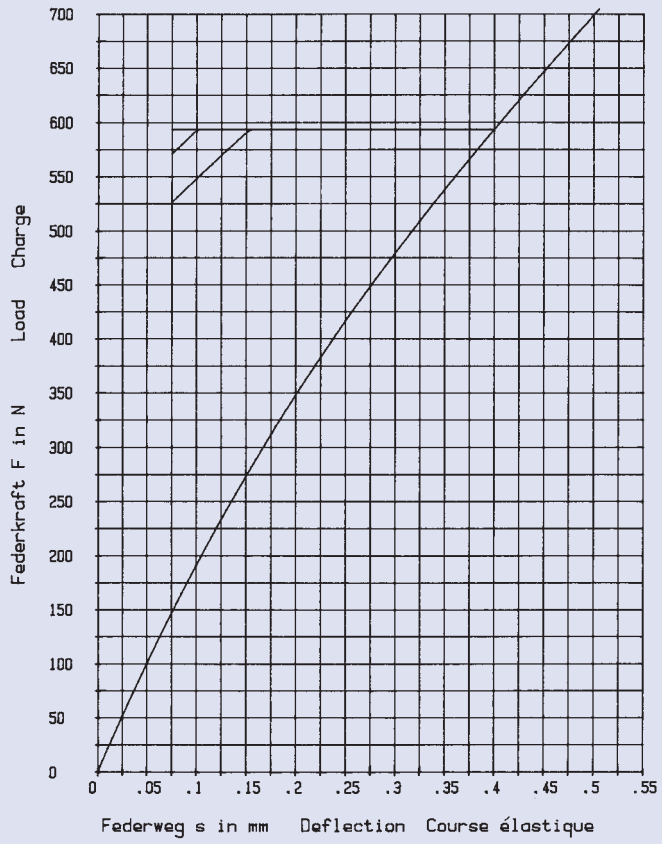
18 x 9,2 x 0,7

GR 1, DIN 2093 – B 18



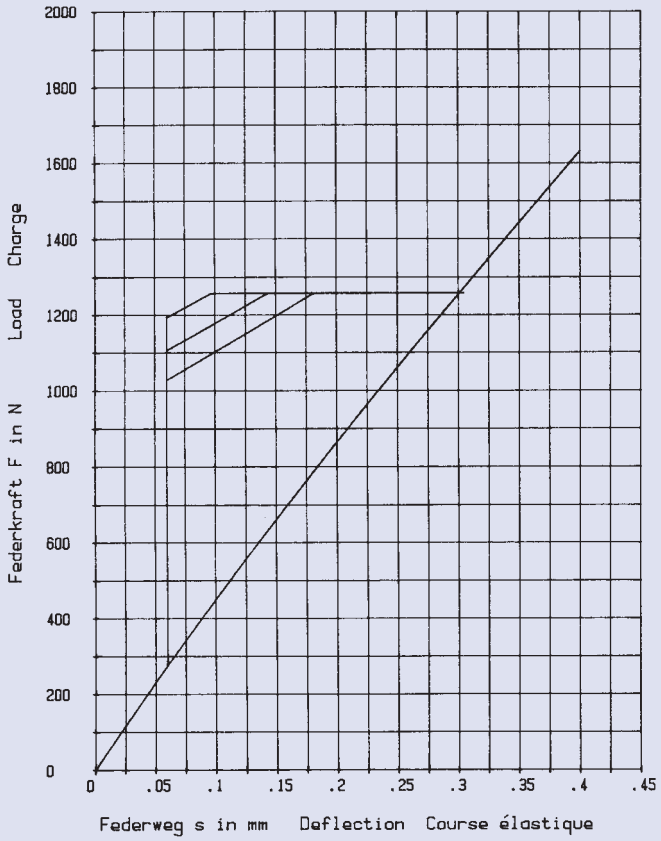
h_0 = 0,5 mm
D_e / D_i = 1,956
t = 0,7 mm
D_e / t = 25,714
h_0 / t = 0,714
m = 1,033 g

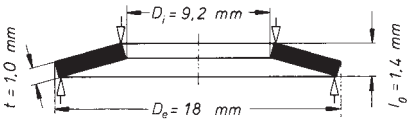




18 x 9,2 x 1,0

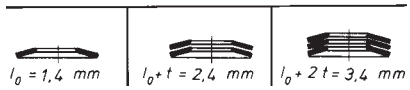
GR 1, DIN 2093 – A 18





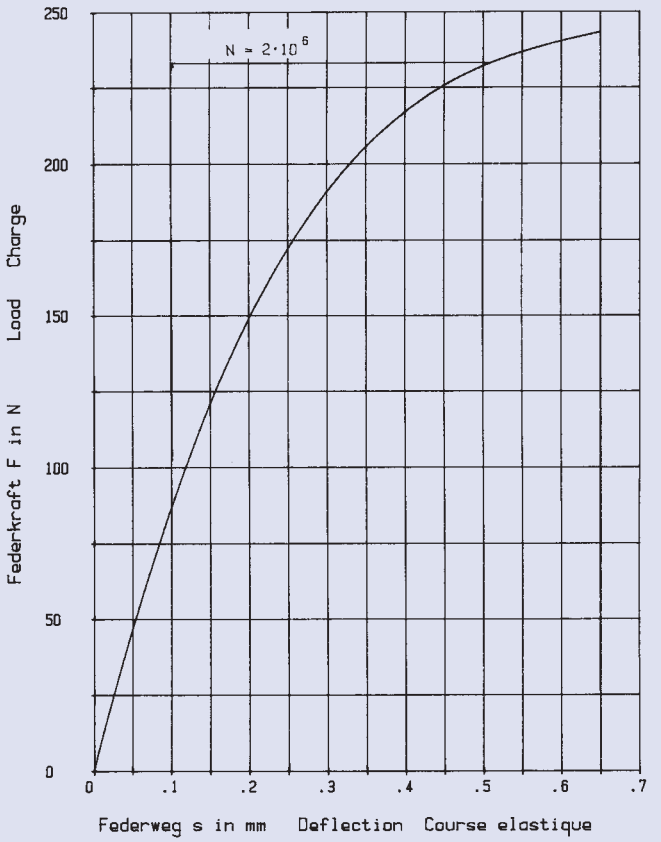
h_0 = 0,4 mm
t = 1,0 mm
h_0/t = 0,4

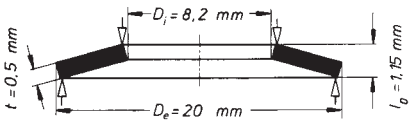
D_e/D_i = 1,956
D_e/t = 18
m = 1,476 g



20 x 8,2 x 0,5

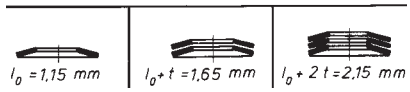
GR 1





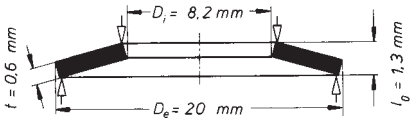
h_0 = 0,65mm
t = 0,5 mm
h_0/t = 1,3

D_e/D_i = 2,439
D_e/t = 40
m = 1,026 g

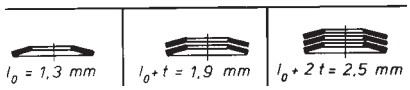


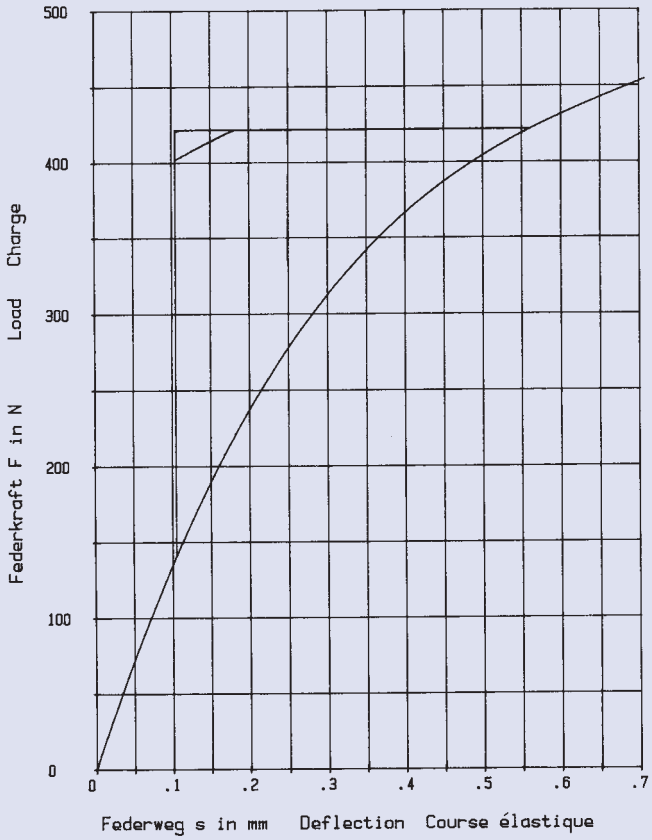
20 x 8,2 x 0,6

GR 1



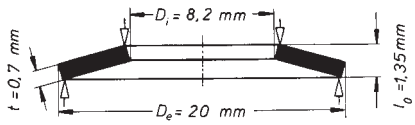
h_0 = 0,7 mm
D_e / D_i = 2,439
t = 0,6 mm
D_e / t = 33,333
h_0 / t = 1,166
m = 1,231 g



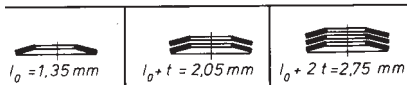


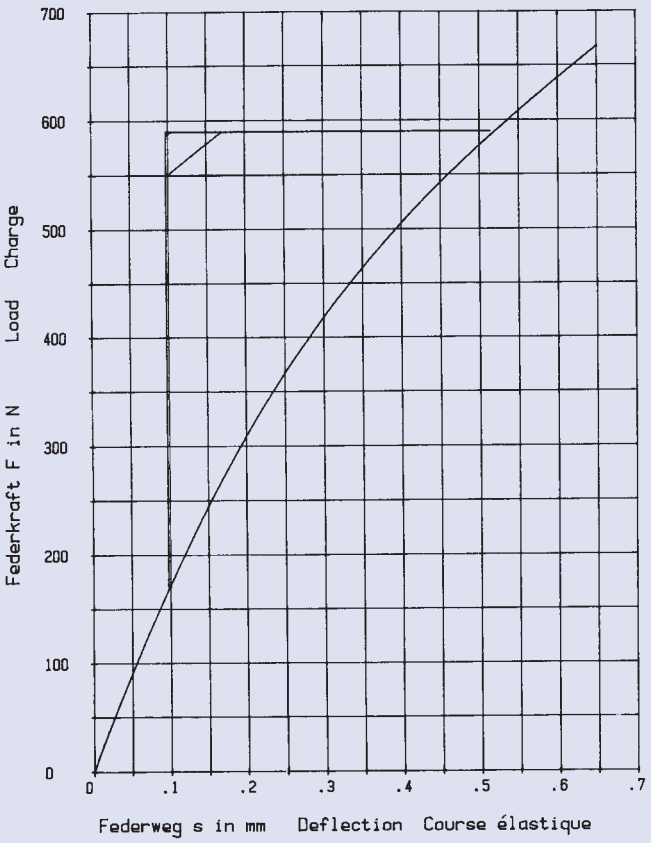
20 x 8,2 x 0,7

GR 1

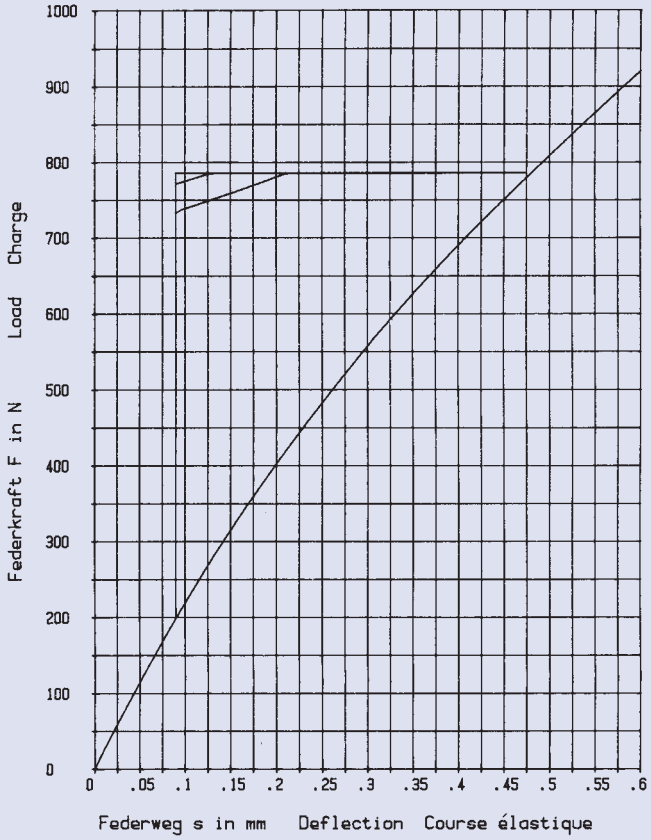


h_0 = 0,65mm
D_e / D_i = 2,439
t = 0,7 mm
D_e / t = 28,571
h_0 / t = 0,928
m = 1,436 g

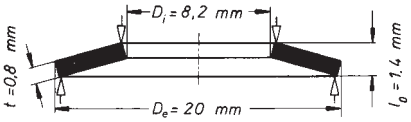




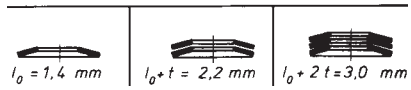
20 x 8,2 x 0,8



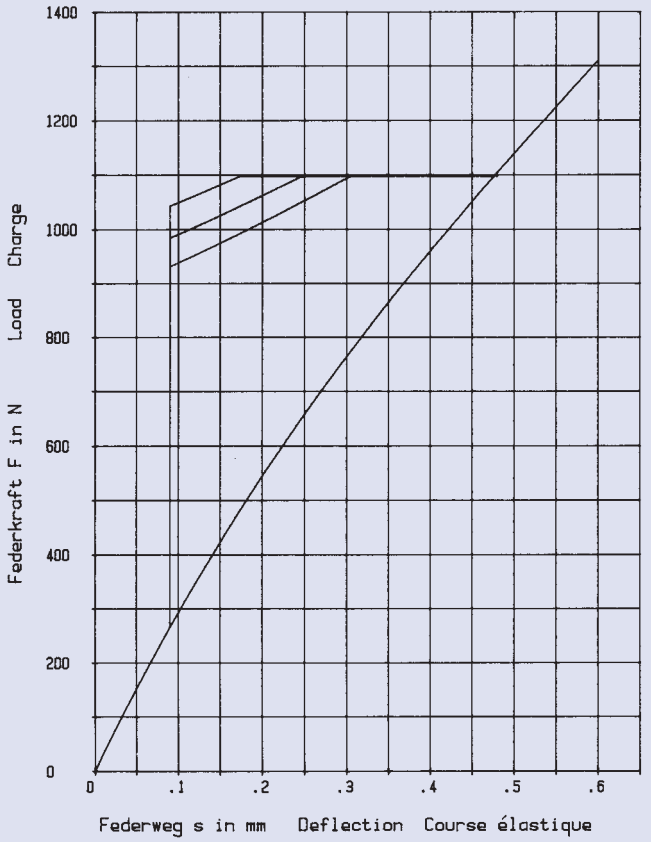
GR 1



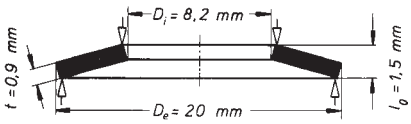
h_0 = 0,6 mm	D_e/D_i = 2,439
t = 0,8 mm	D_e/t = 25
h_0/t = 0,75	m = 1,641 g



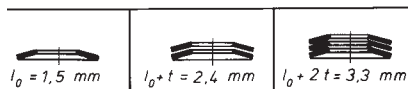
20 x 8,2 x 0,9



GR 1

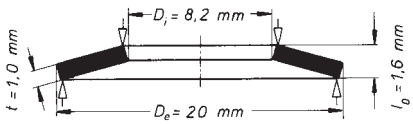


h_0 = 0,6 mm	D_e/D_i = 2,439
t = 0,9 mm	D_e/t = 22,222
h_0/t = 0,666	m = 1,846 g

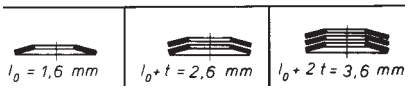


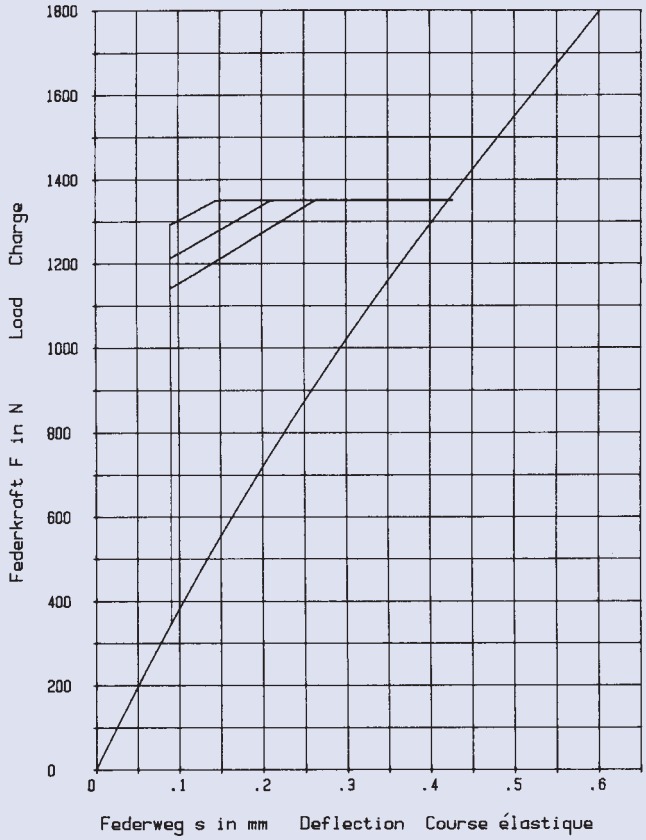
20 x 8,2 x 1,0

GR 1



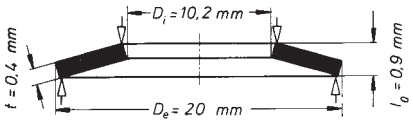
h_0 = 0,6 mm
D_e/D_i = 2,439
t = 1,0 mm
D_e/t = 20
h_0/t = 0,6
m = 2,051 g



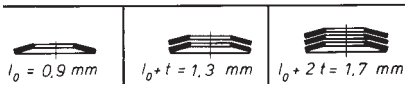


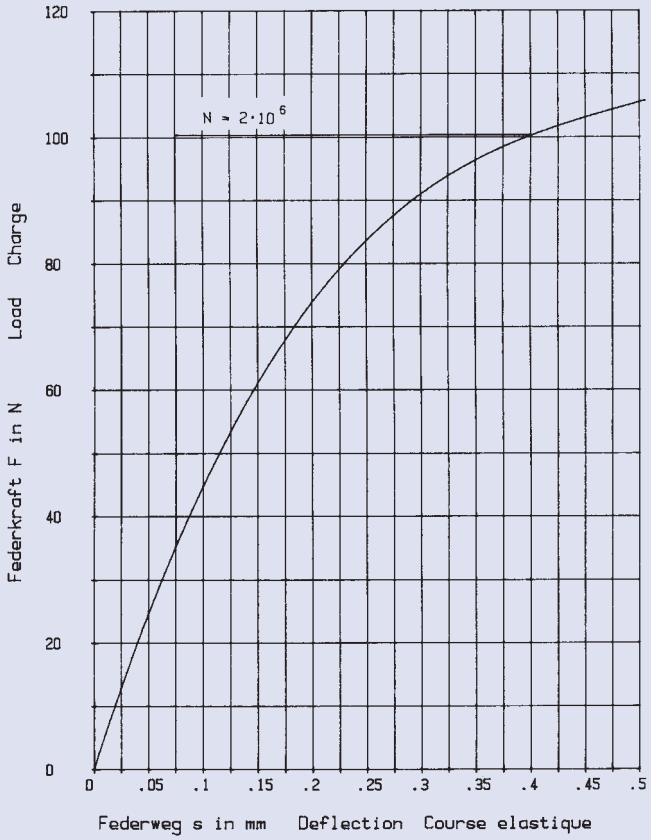
20 x 10,2 x 0,4

GR 1

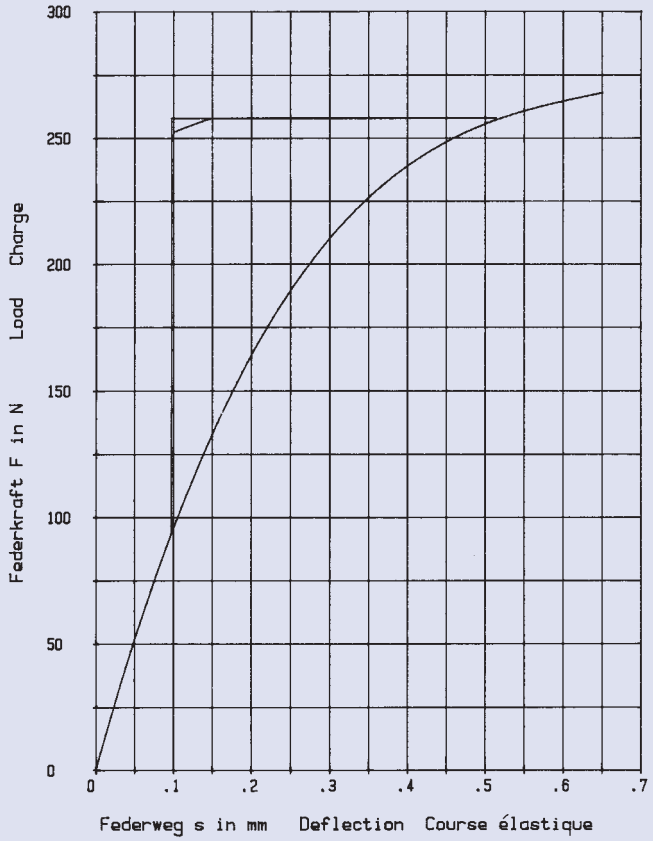


h_0 = 0,5 mm
D_e/D_i = 1,96
t = 0,4 mm
D_e/t = 50
h_0/t = 1,25
m = 0,73 g

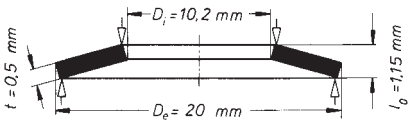




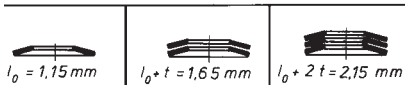
20 x 10,2 x 0,5



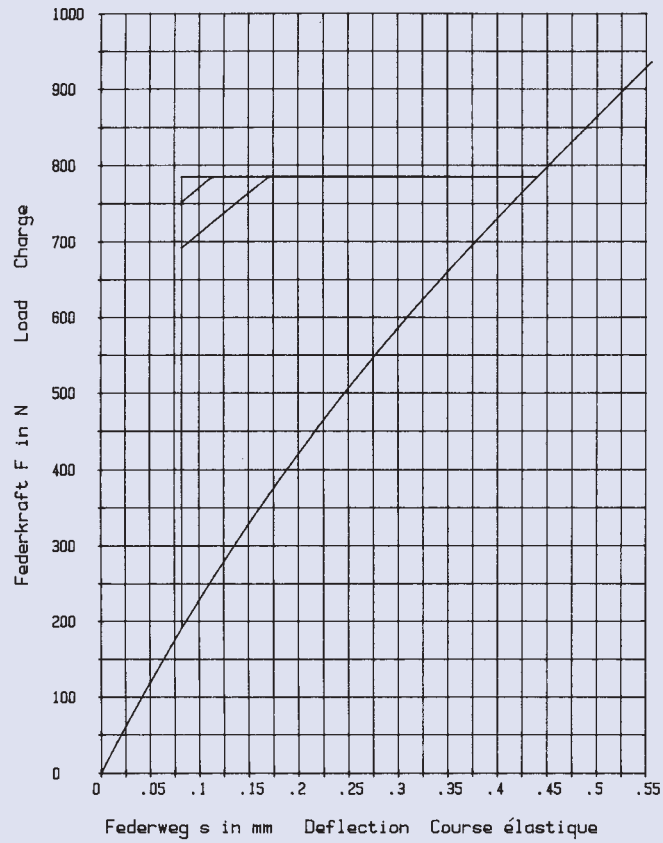
GR 1, DIN 2093 – C 20



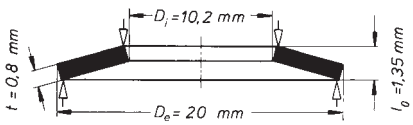
h_0 = 0,65mm	D_e / D_i = 1,96
t = 0,5 mm	D_e / t = 40
h_0 / t = 1,3	m = 0,912 g



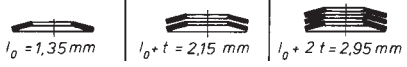
20 x 10,2 x 0,8



GR 1, DIN 2093 – B 20

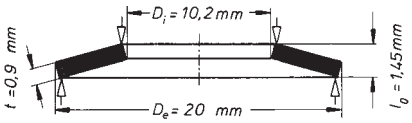


h_0 = 0,55mm	D_e / D_i = 1,96
t = 0,8 mm	D_e / t = 25
h_0 / t = 0,687	m = 1,46 g

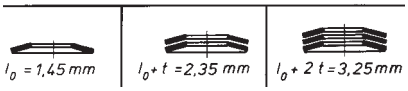


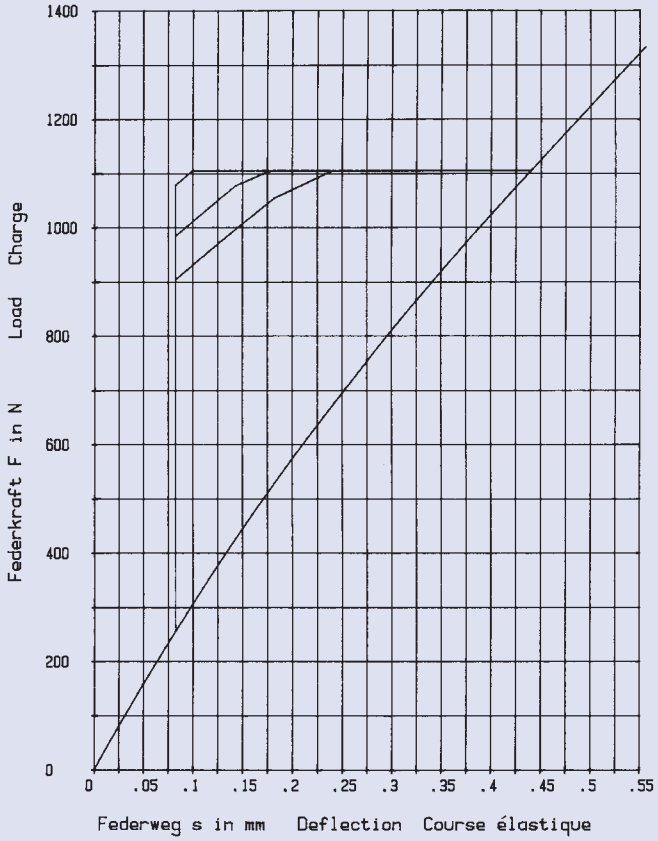
20 x 10,2 x 0,9

GR 1



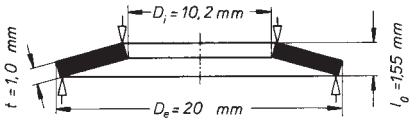
h_0 =0,55mm
D_e / D_i = 1,96
t = 0,9 mm
D_e / t = 22,222
h_0 / t = 0,611
m = 1,642 g



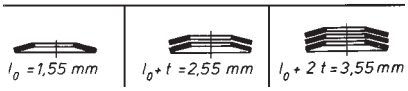


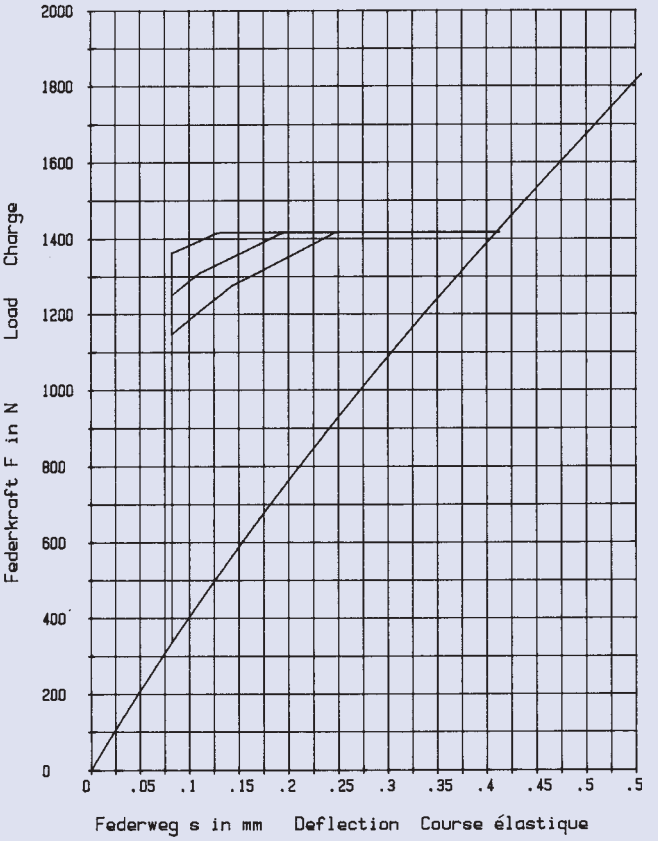
20 x 10,2 x 1,0

GR 1



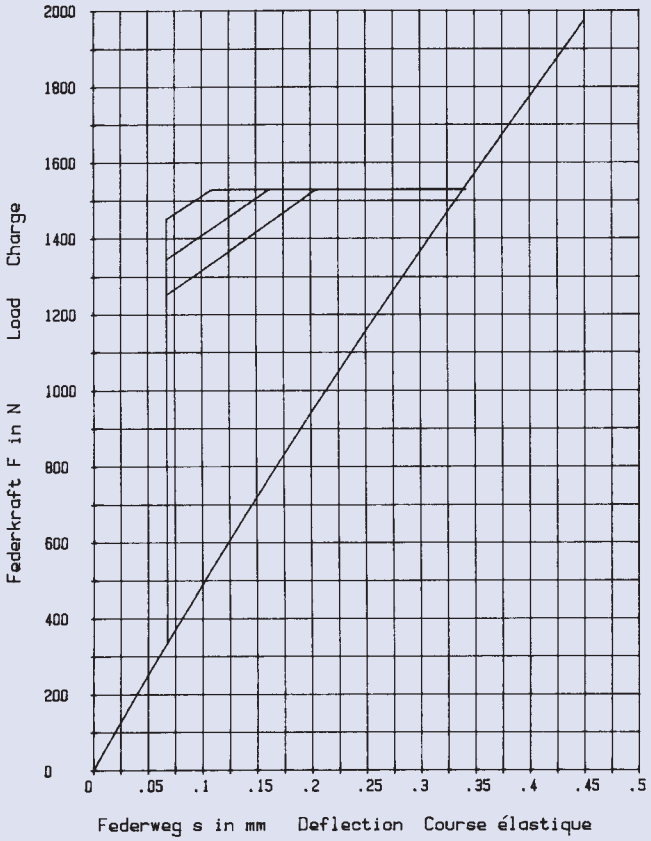
h_0 =0,55mm
D_e / D_i = 1,96
t = 1,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55
m = 1,824 g

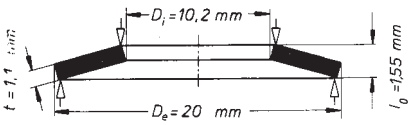




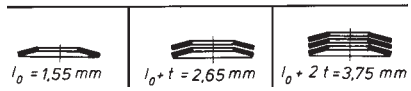
20 x 10,2 x 1,1

GR 1, DIN 2093 – A 20



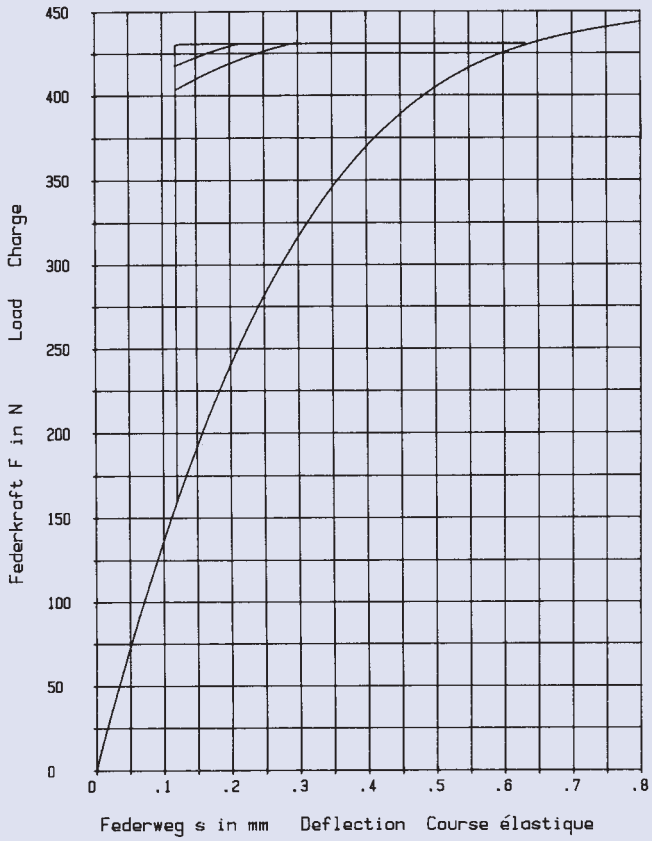


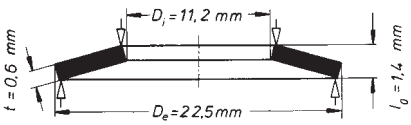
h_0 = 0,45mm
D_e / D_i = 1,96
t = 1,1 mm
D_e / t = 18,181
h_0 / t = 0,409
m = 2,007 g



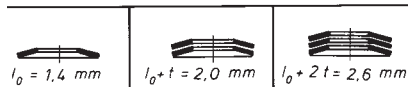
22,5 x 11,2 x 0,6

GR 1, DIN 2093 – C 22,5



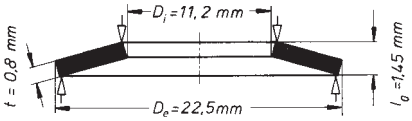


h_0 = 0,8 mm
D_e / D_i = 2,008
t = 0,6 mm
D_e / t = 37,5
h_0 / t = 1,333
m = 1,409 g

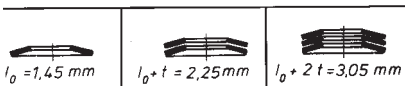


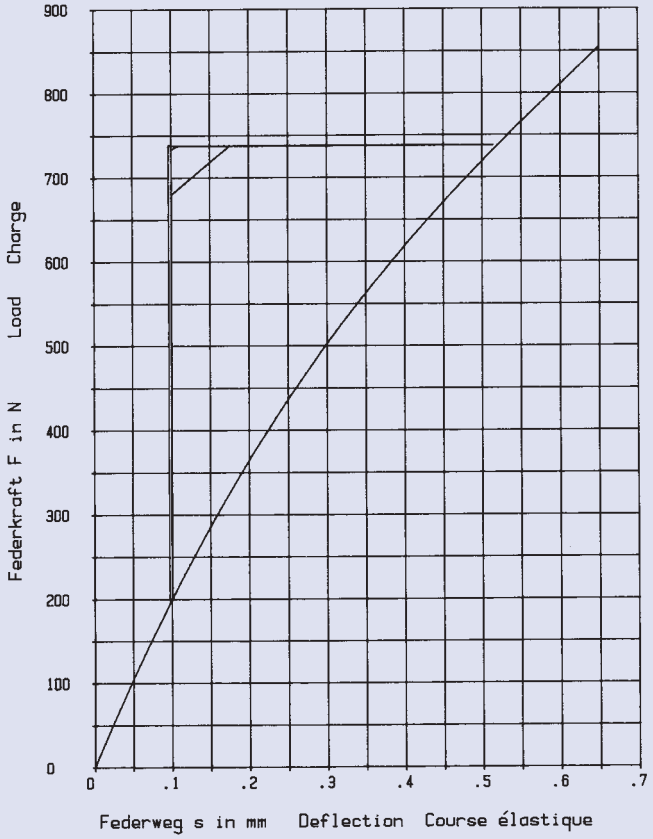
22,5 x 11,2 x 0,8

GR 1, DIN 2093 – B 22,5



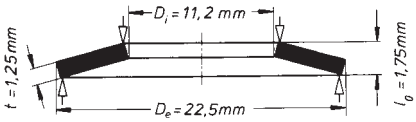
h_0 = 0,65mm
D_e / D_i = 2,008
t = 0,8 mm
D_e / t = 28,125
h_0 / t = 0,812
m = 1,878 g



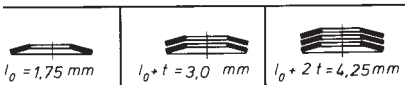


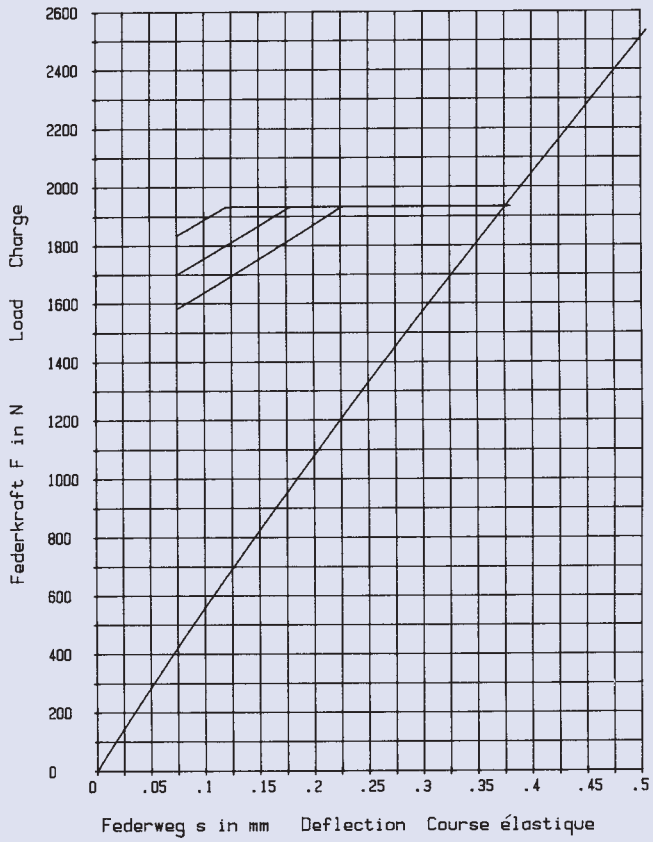
22,5 x 11,2 x 1,25

GR 1, DIN 2093 – A 22,5

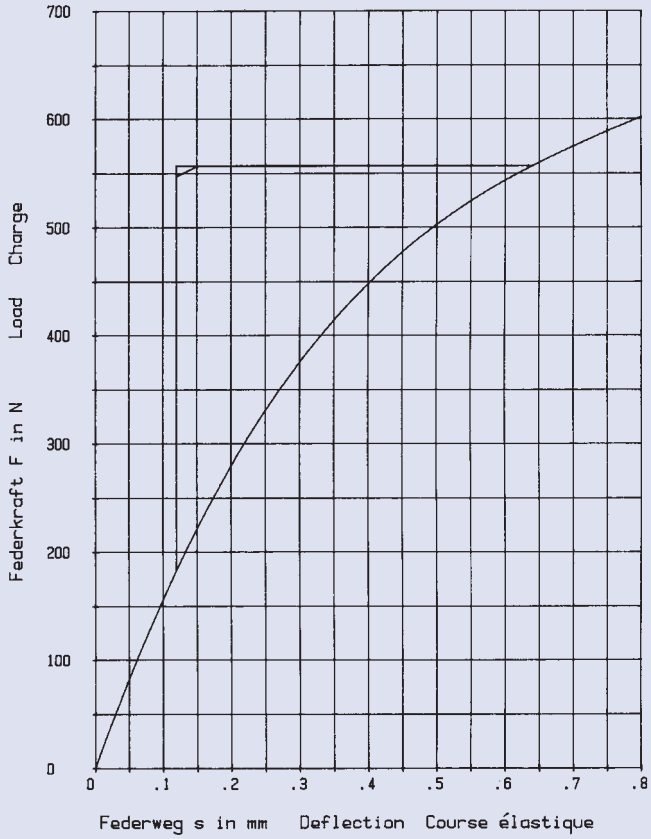


h_0 = 0,5 mm
D_e / D_i = 2,008
t = 1,25mm
D_e / t = 18
h_0 / t = 0,4
m = 2,935 g

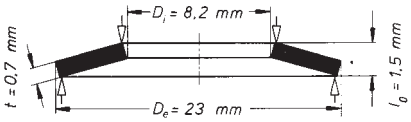




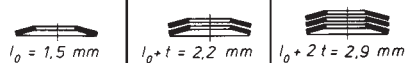
23 x 8,2 x 0,7



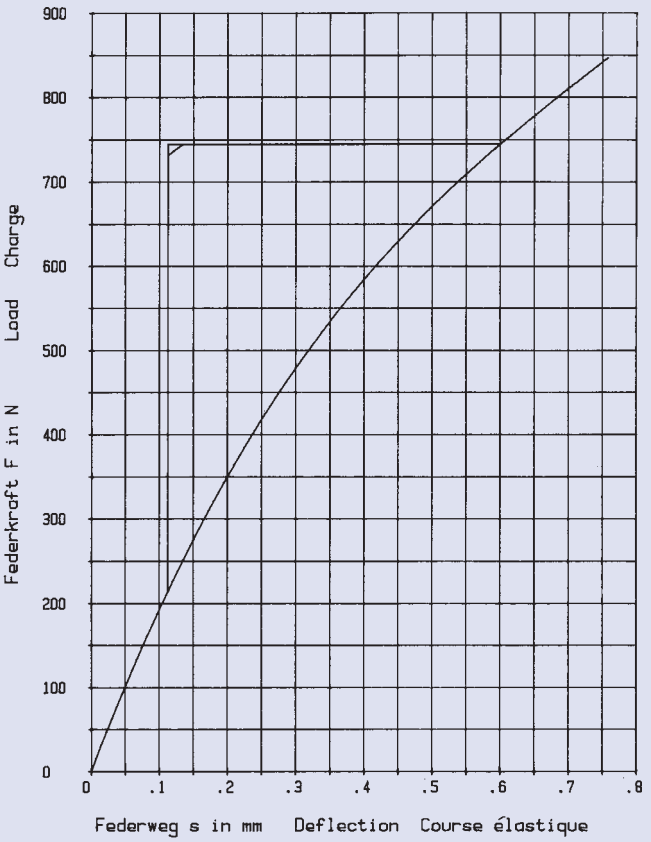
GR 1



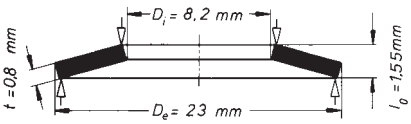
h_0 = 0,8 mm	D_e/D_i = 2,804
t = 0,7 mm	D_e/t = 32,857
h_0/t = 1,142	m = 1,993 g



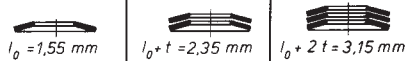
23 x 8,2 x 0,8



GR 1

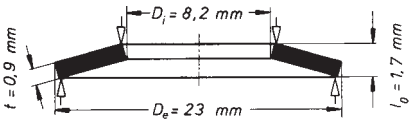


h_0 = 0,75 mm	D_e/D_i = 2,804
t = 0,8 mm	D_e/t = 28,75
h_0/t = 0,937	m = 2,277 g



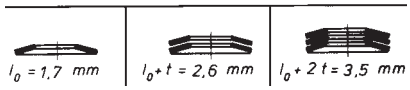
23 x 8,2 x 0,9

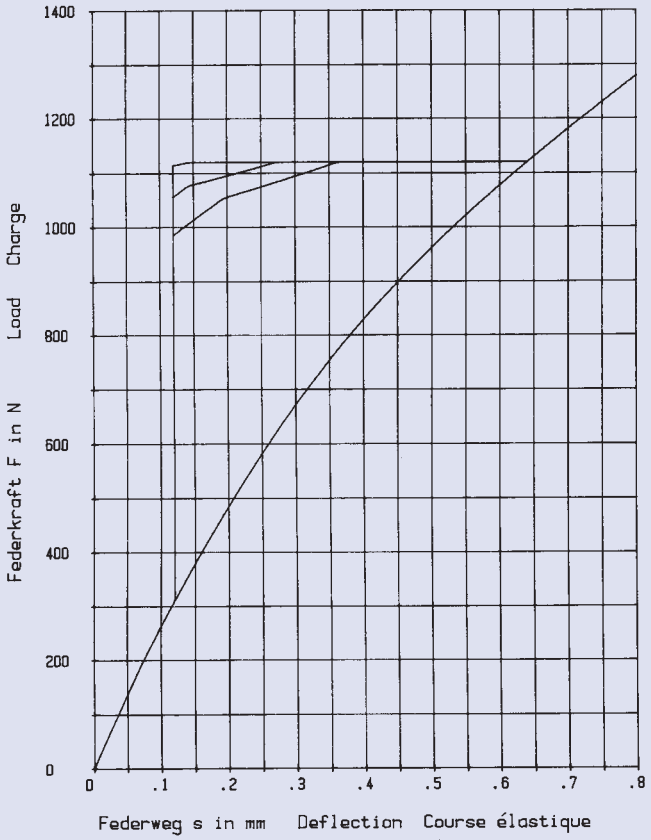
GR 1



h_0 = 0,8 mm
t = 0,9 mm
h_0 / t = 0,888

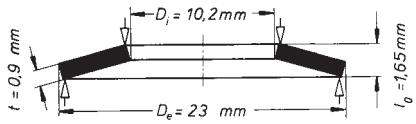
D_e / D_i = 2,804
D_e / t = 25,555
m = 2,561 g





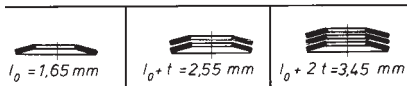
23 x 10,2 x 0,9

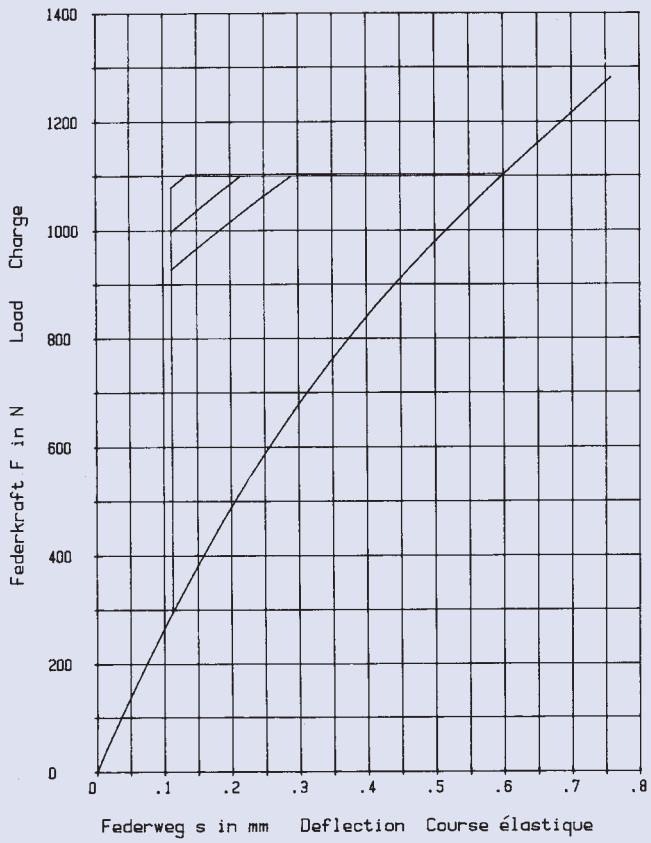
GR 1



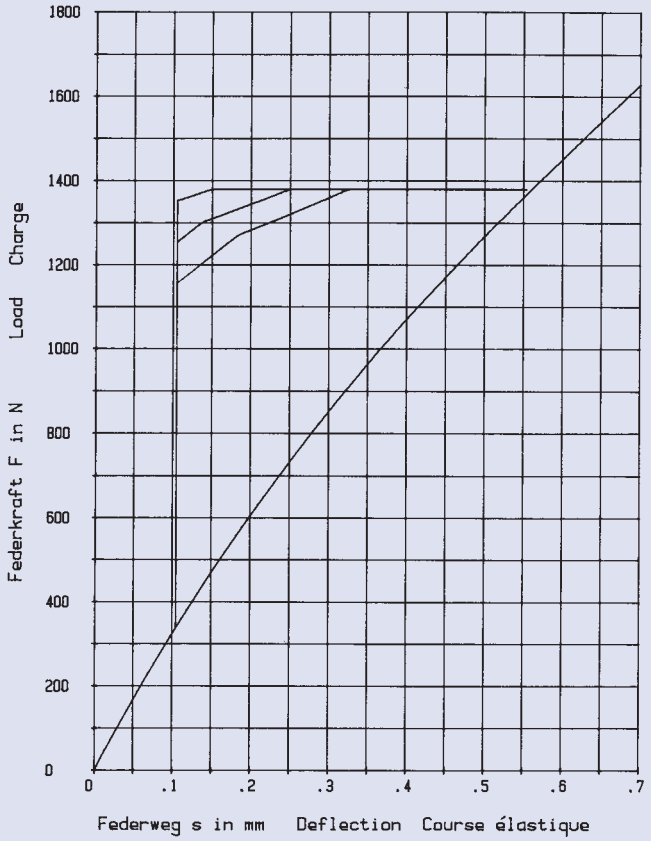
h_0 = 0,75 mm
t = 0,9 mm
h_0 / t = 0,833

D_e / D_i = 2,254
D_e / t = 25,555
m = 2,357 g

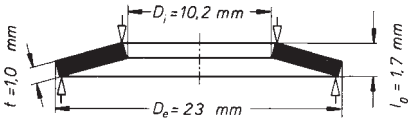




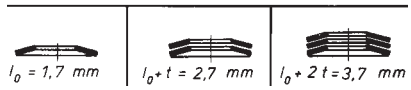
23 x 10,2 x 1,0



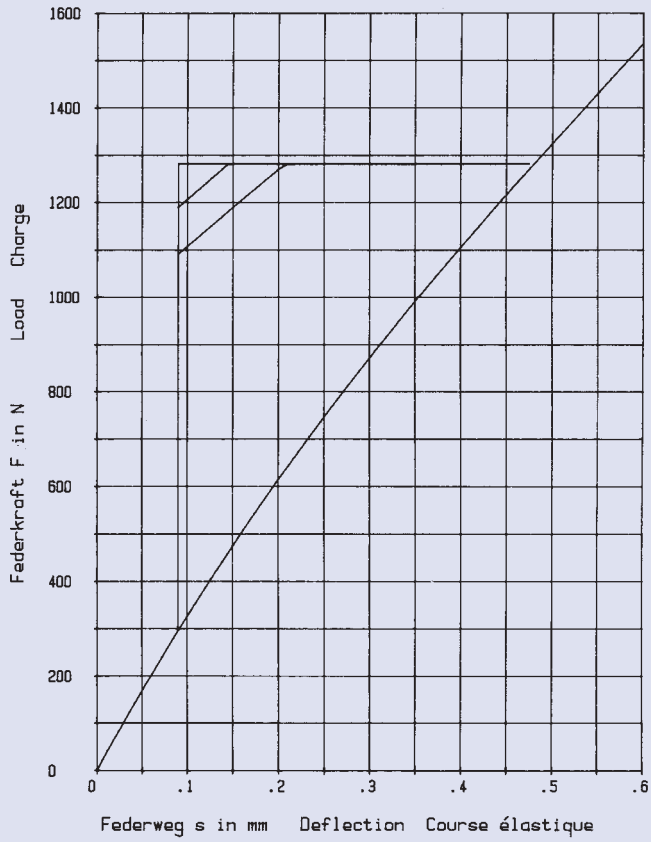
GR 1



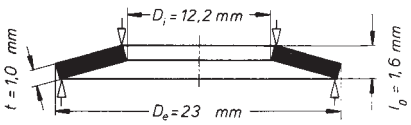
h_0 = 0,7 mm
D_e / D_i = 2,254
t = 1,0 mm
D_e / t = 23
h_0 / t = 0,7
m = 2,619 g



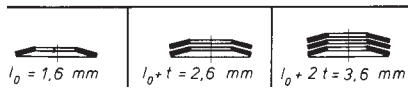
23 x 12,2 x 1,0



GR 1

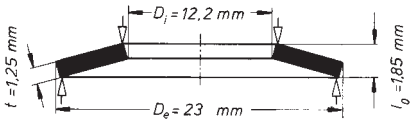


h_0 = 0,6 mm
D_e / D_i = 1,885
t = 1,0 mm
D_e / t = 23
h_0 / t = 0,6
m = 2,343 g



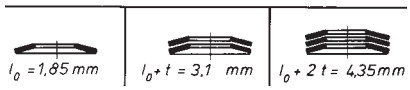
23 x 12,2 x 1,25

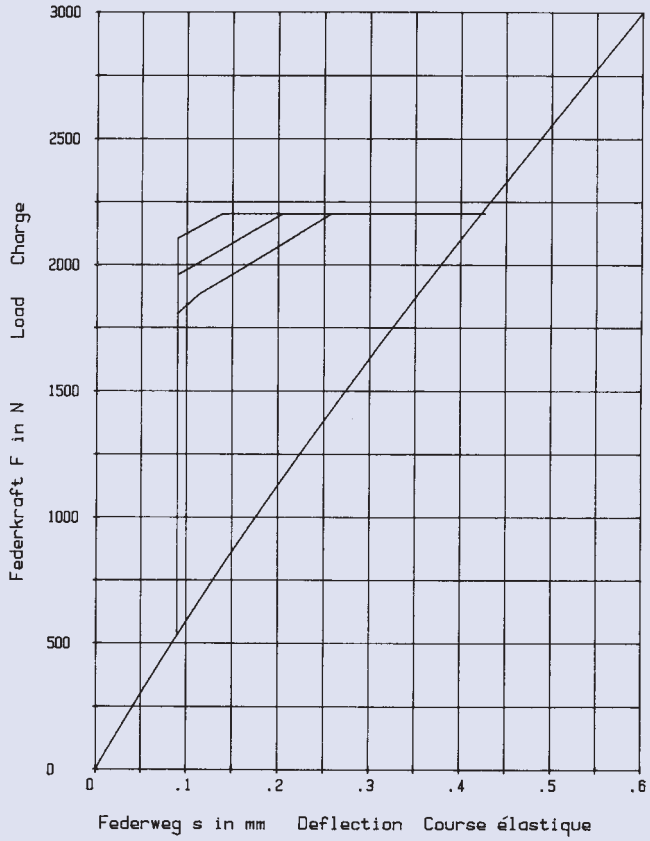
GR 2



h_0 = 0,6 mm
t = 1,25 mm
h_0/t = 0,48

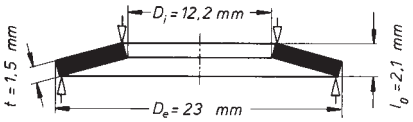
D_e/D_i = 1,885
D_e/t = 18,4
m = 2,929 g





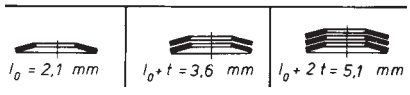
23 x 12,2 x 1,5

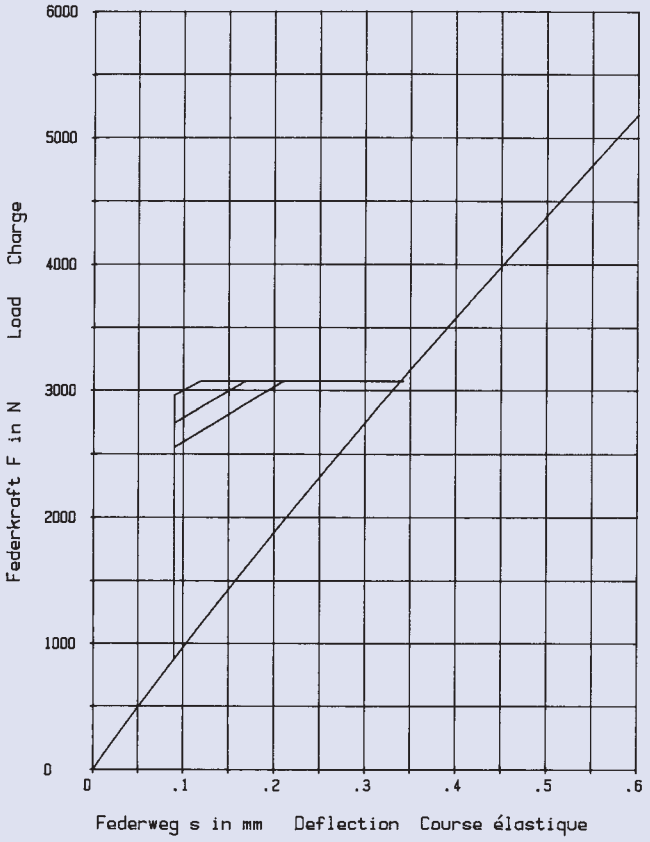
GR 2



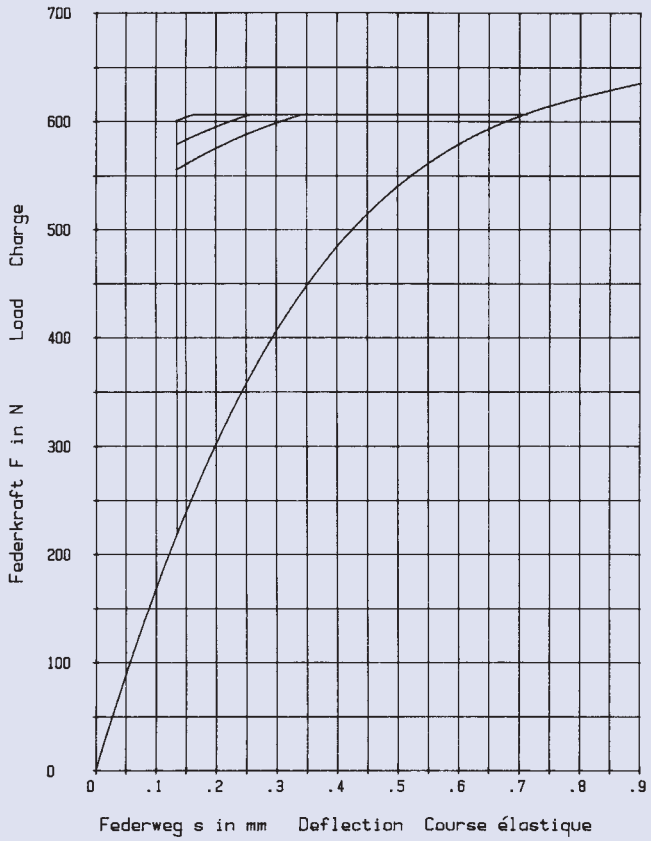
h_0 = 0,6 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,4

D_e/D_i = 1,885
D_e/t = 15,333
m = 3,514 g

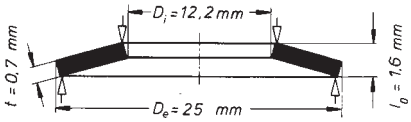




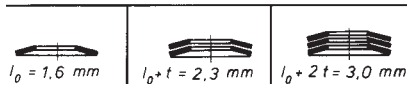
25 x 12,2 x 0,7



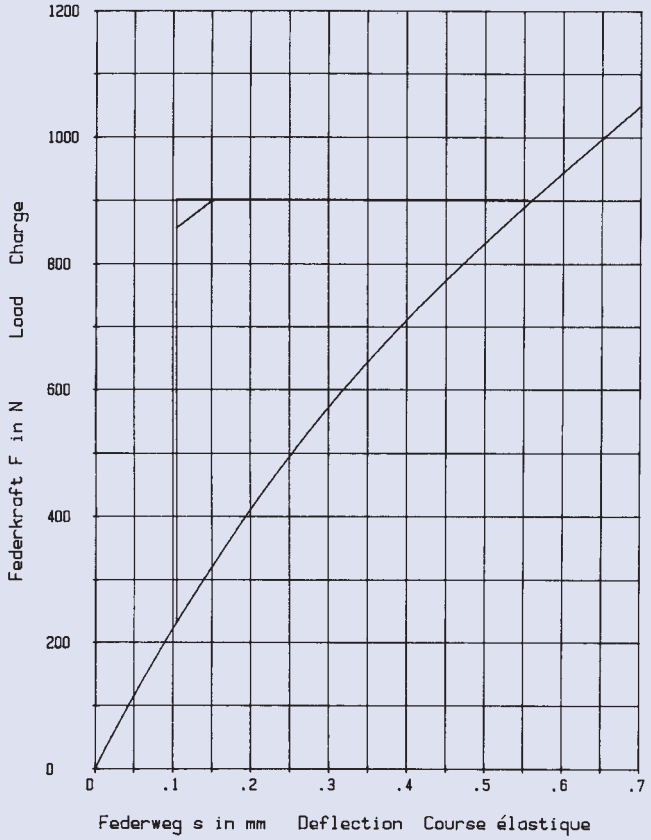
GR 1, DIN 2093 – C 25



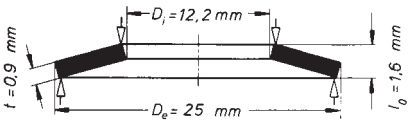
h_0 = 0,9 mm
D_e/D_i = 2,049
t = 0,7 mm
D_e/t = 35,714
h_0/t = 1,285
m = 2,055 g



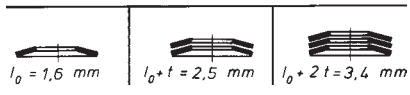
25 x 12,2 x 0,9



GR 1, DIN 2093 – B 25

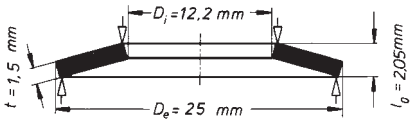


h_0 = 0,7 mm
D_e/D_i = 2,049
t = 0,9 mm
D_e/t = 27,777
h_0/t = 0,777
m = 2,642 g

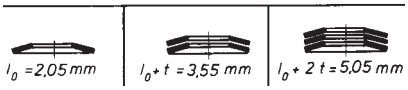


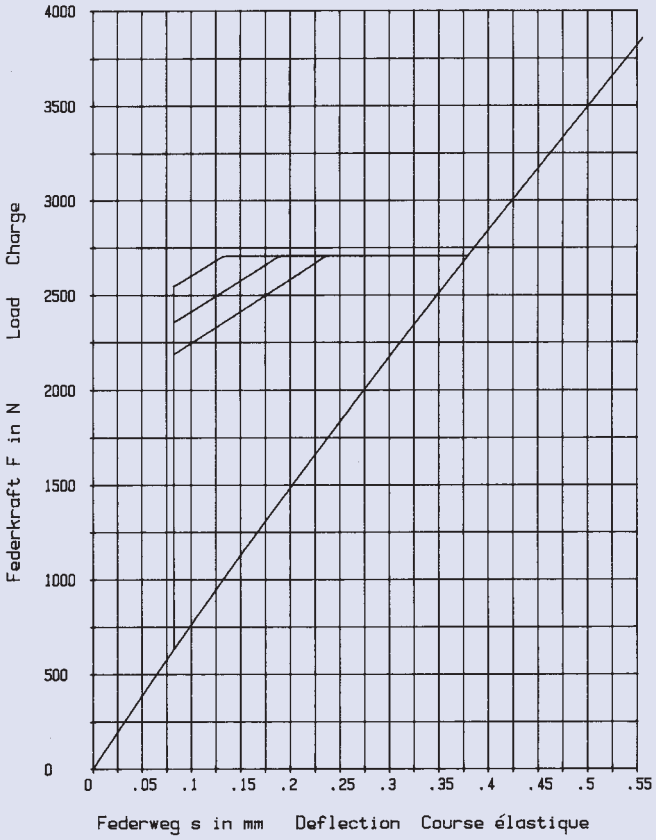
25 x 12,2 x 1,5

GR 2, DIN 2093 – A 25



h_0 = 0,55mm
D_e / D_i = 2,049
t = 1,5 mm
D_e / t = 16,666
h_0 / t = 0,366
m = 4,403 g

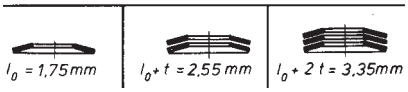


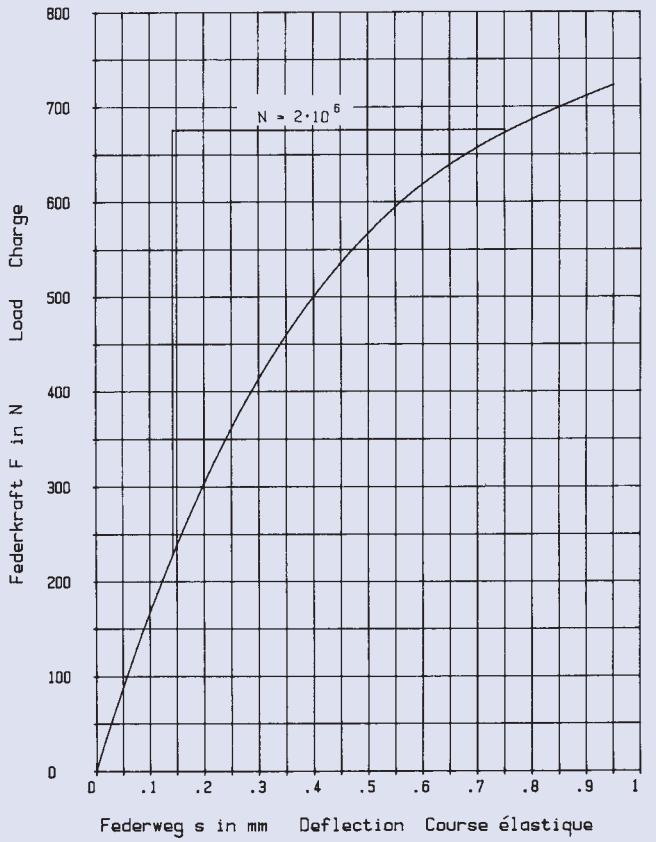


28 x 10,2 x 0,8

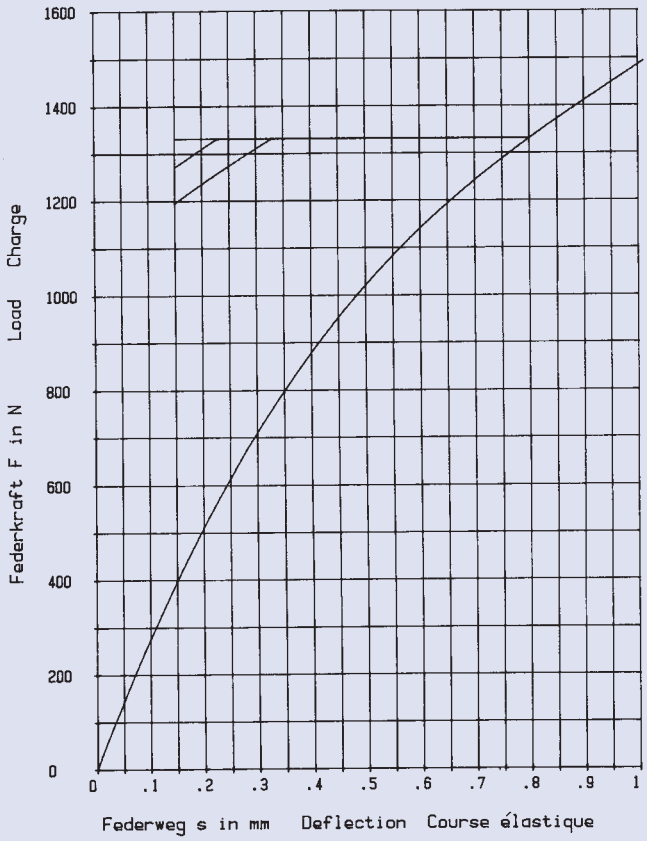
GR 1

h_0 = 0,95mm
D_e / D_i = 2,745
t = 0,8 mm
D_e / t = 35
h_0 / t = 1,187
m = 3,354 g

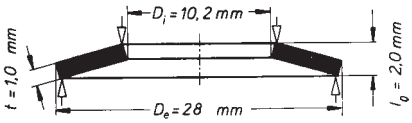




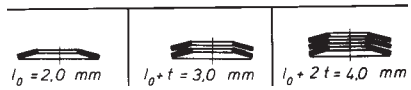
28 x 10,2 x 1,0



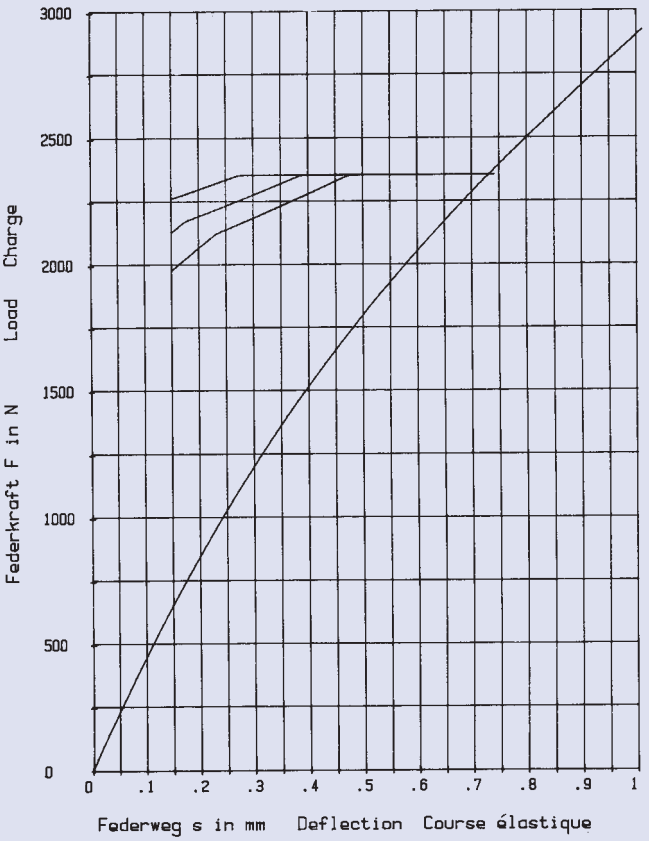
GR 1



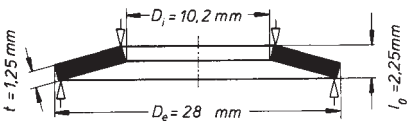
h_0 = 1,0 mm
D_e / D_i = 2,745
t = 1,0 mm
D_e / t = 28
h_0 / t = 1,0
m = 4,191 g



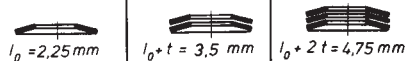
28 x 10,2 x 1,25



GR 2

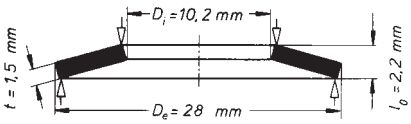


h_0 = 1,0 mm
D_e / D_i = 2,745
t = 1,25 mm
D_e / t = 22,4
h_0 / t = 0,8
m = 5,238 g

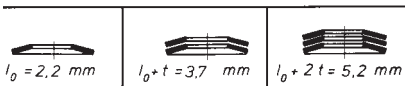


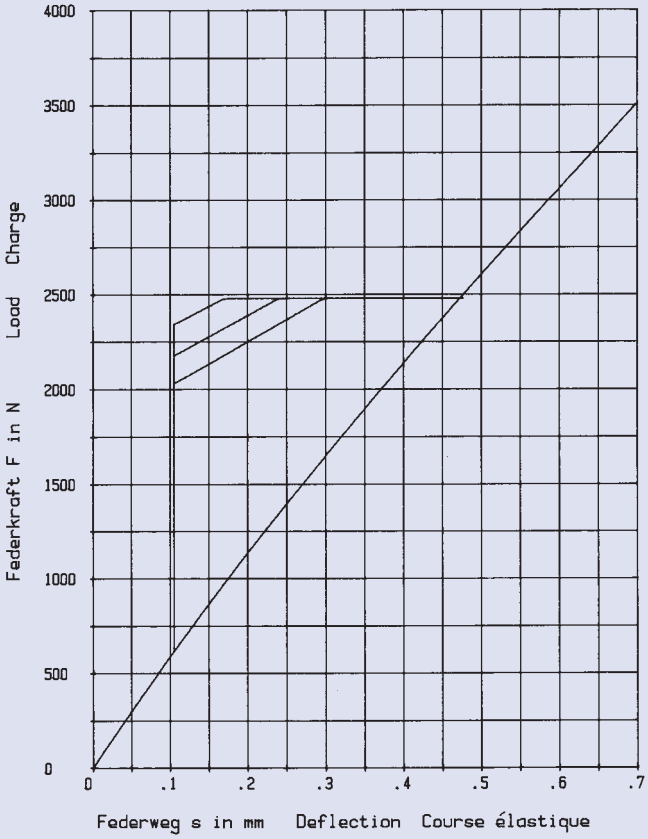
28 x 10,2 x 1,5

GR 2



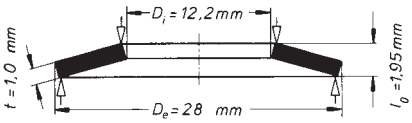
h_0 = 0,7 mm
D_e / D_i = 2,745
t = 1,5 mm
D_e / t = 18,666
h_0 / t = 0,466
m = 6,286 g



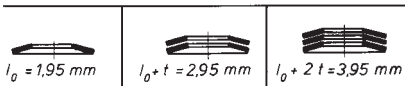


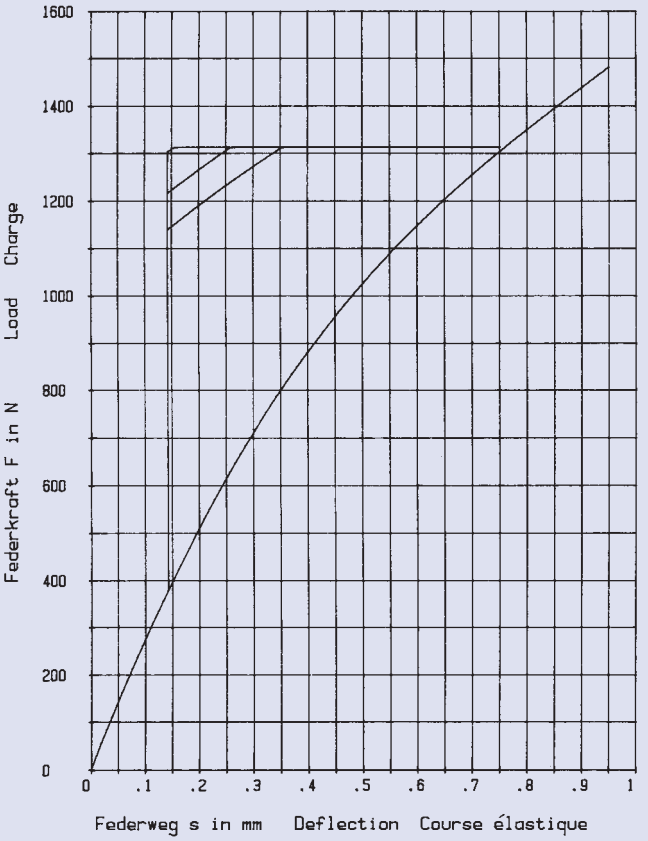
28 x 12,2 x 1,0

GR 1

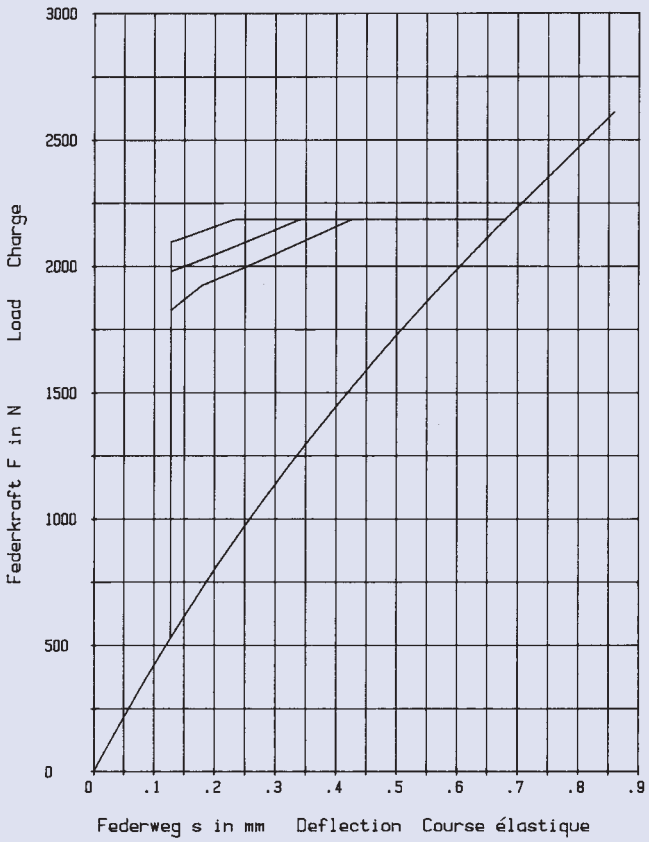


h_0 = 0,95mm
D_e / D_i = 2,295
t = 1,0 mm
D_e / t = 28
h_0 / t = 0,95
m = 3,914 g

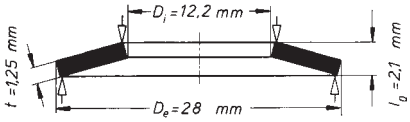




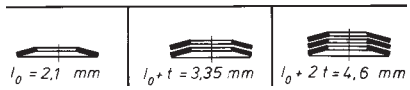
28 x 12,2 x 1,25



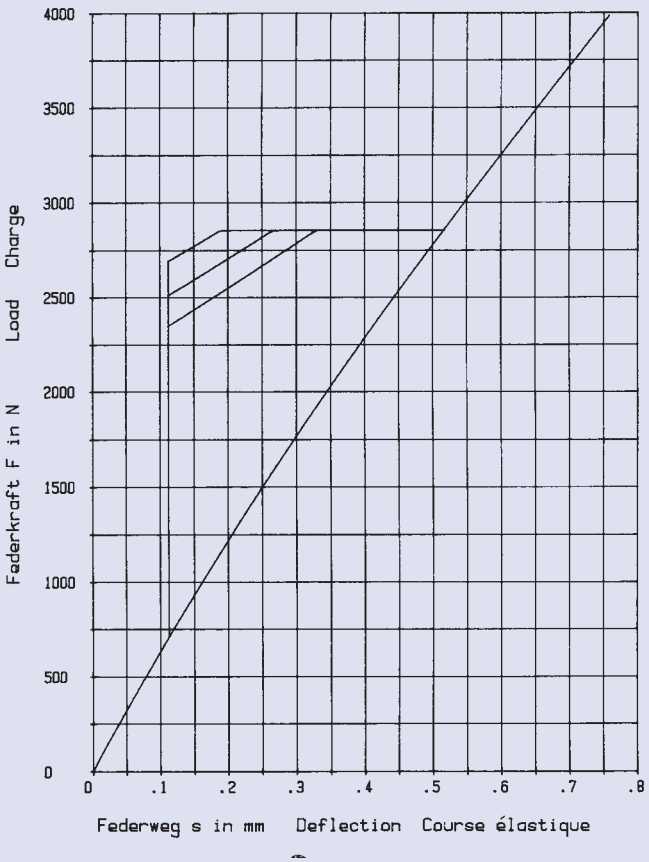
GR 2



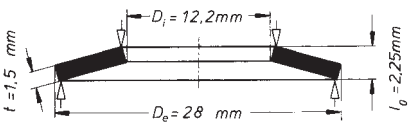
h_0 = 0,85 mm	D_e / D_i = 2,295
t = 1,25 mm	D_e / t = 22,4
h_0 / t = 0,68	m = 4,893 g



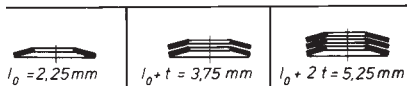
28 x 12,2 x 1,5



GR 2

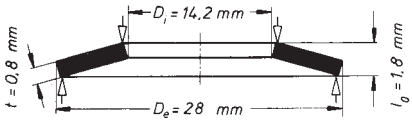


h_0 = 0,75mm	D_e / D_i = 2,295
t = 1,5 mm	D_e / t = 18,666
h_0 / t = 0,5	m = 5,872 g



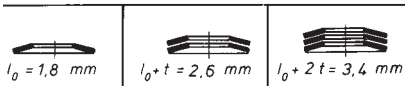
28 x 14,2 x 0,8

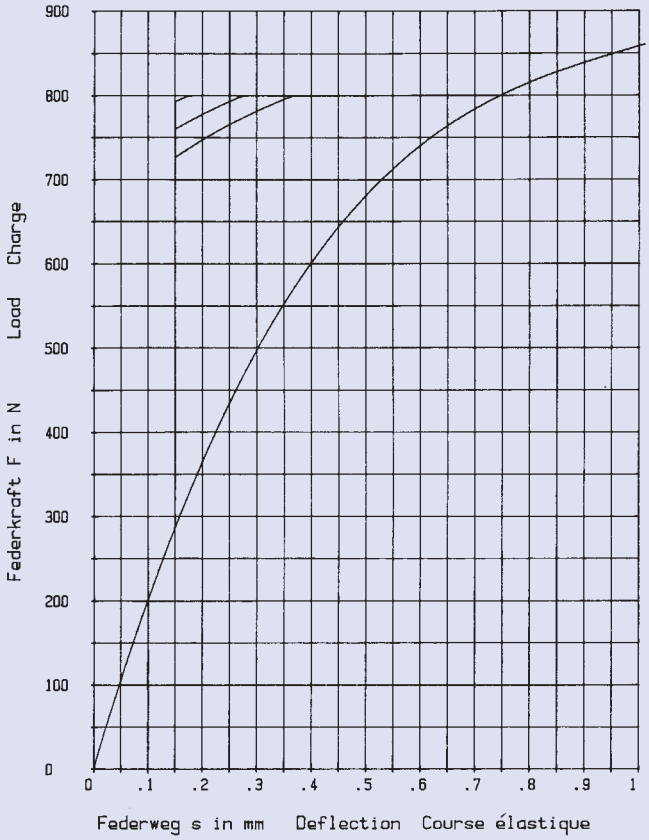
GR 1, DIN 2093 – C 28



h_0 = 1,0 mm
t = 0,8 mm
h_0/t = 1,25

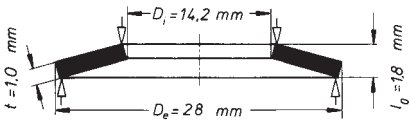
D_e/D_i = 1,971
D_e/t = 35
m = 2,872 g





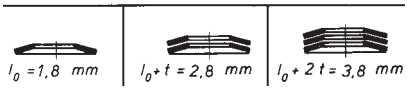
28 x 14,2 x 1,0

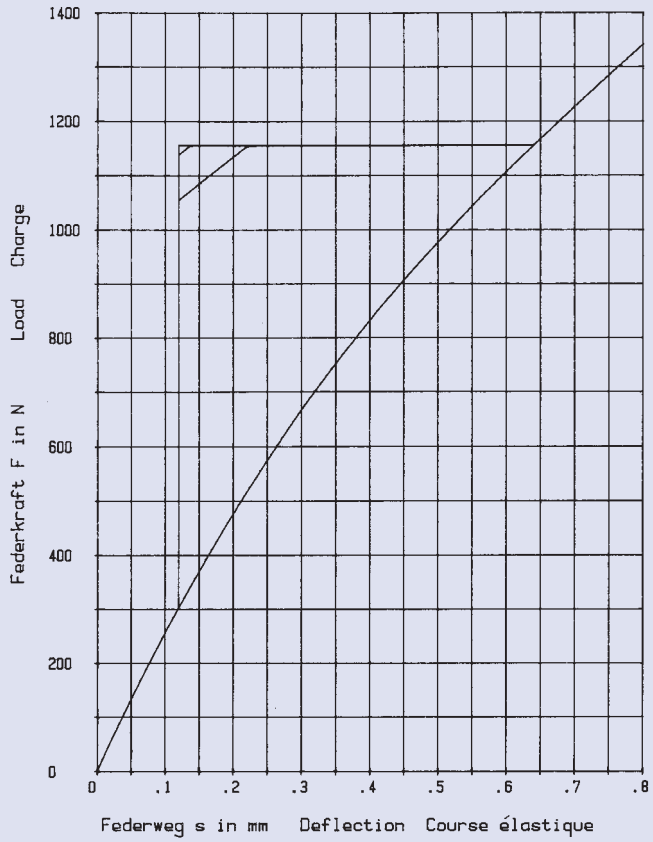
GR 1, DIN 2093 – B 28



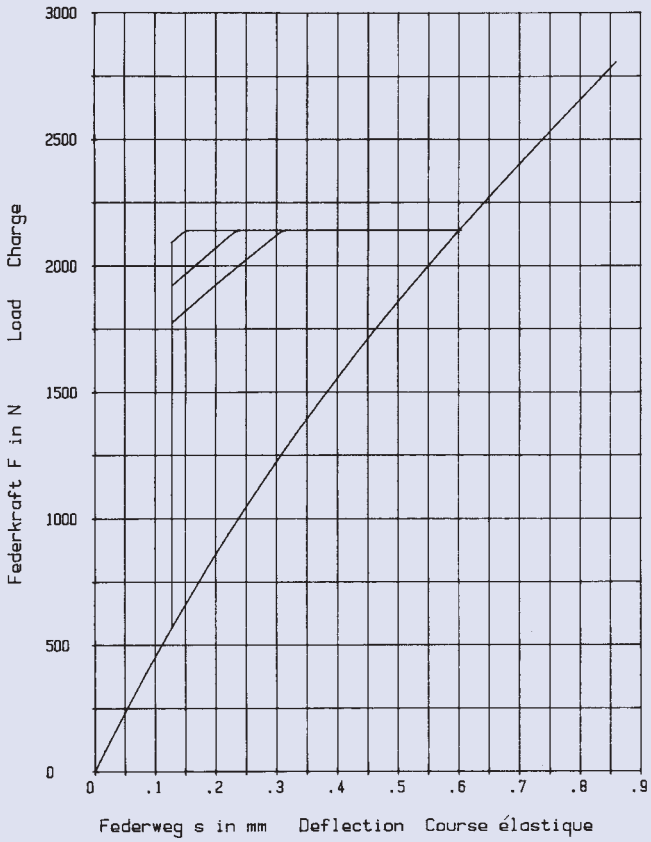
h_0 = 0,8 mm
t = 1,0 mm
h_0/t = 0,8

D_e/D_i = 1,971
D_e/t = 28
m = 3,59 g

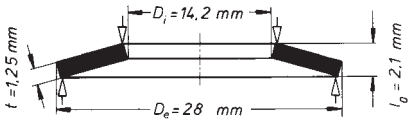




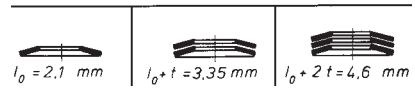
28 x 14,2 x 1,25



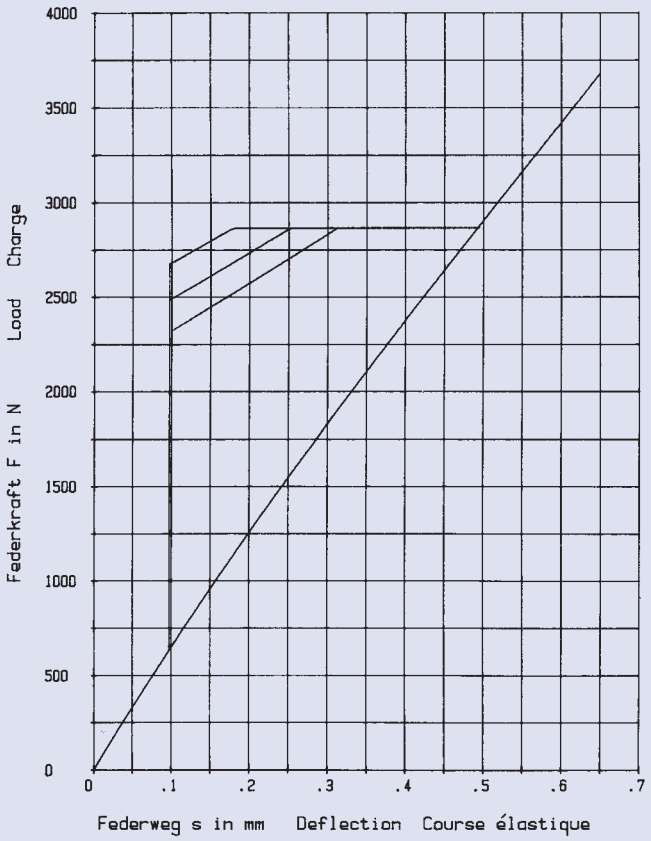
GR 2



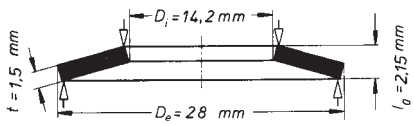
h_0 = 0,85 mm	D_e / D_i = 1,971
t = 1,25 mm	D_e / t = 22,4
h_0 / t = 0,68	m = 4,486 g



28 x 14,2 x 1,5



GR 2, DIN 2093 – A 28



h_0 = 0,65 mm	D_e / D_i = 1,971
t = 1,5 mm	D_e / t = 18,666
h_0 / t = 0,433	m = 5,386 g

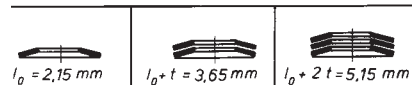
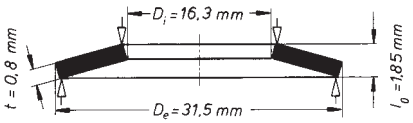


Diagramme | Diagrams | Diagrammes

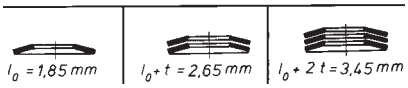
31,5 x 16,3 x 0,8

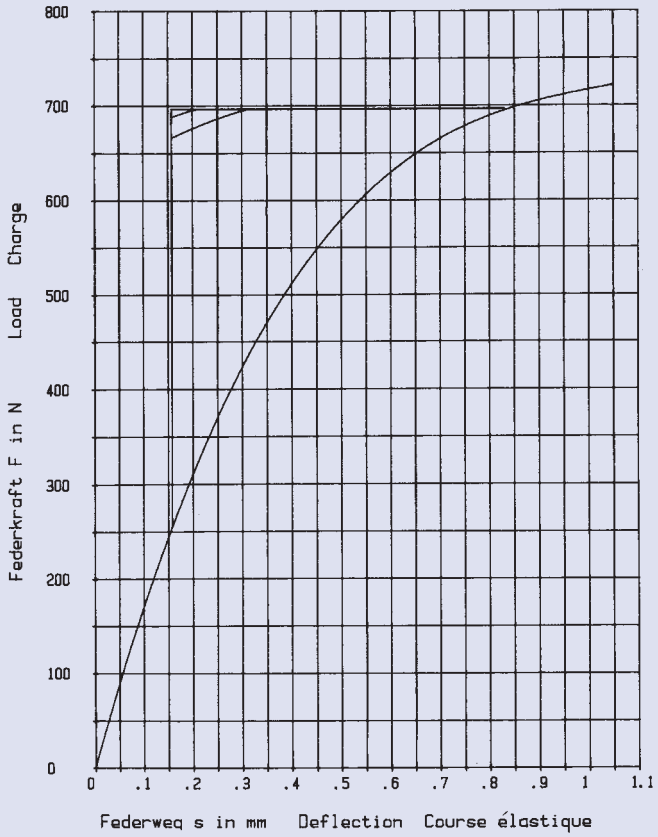
GR 1, DIN 2093 – C 31,5



h_0 = 1,05 mm
t = 0,8 mm
h_0/t = 1,312

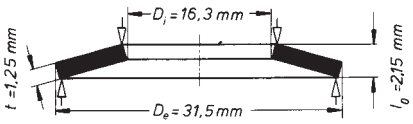
D_e/D_i = 1,932
D_e/t = 39,375
m = 3,583 g





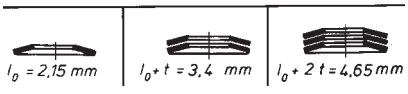
31,5 x 16,3 x 1,25

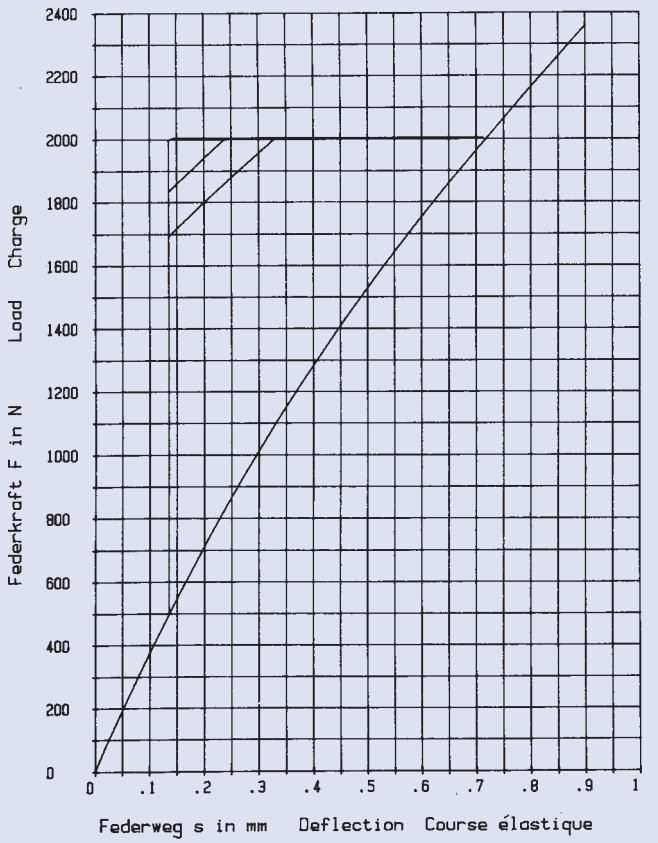
GR 2, DIN 2093 – B 31,5



h_0 = 0,9 mm
t = 1,25 mm
h_0/t = 0,72

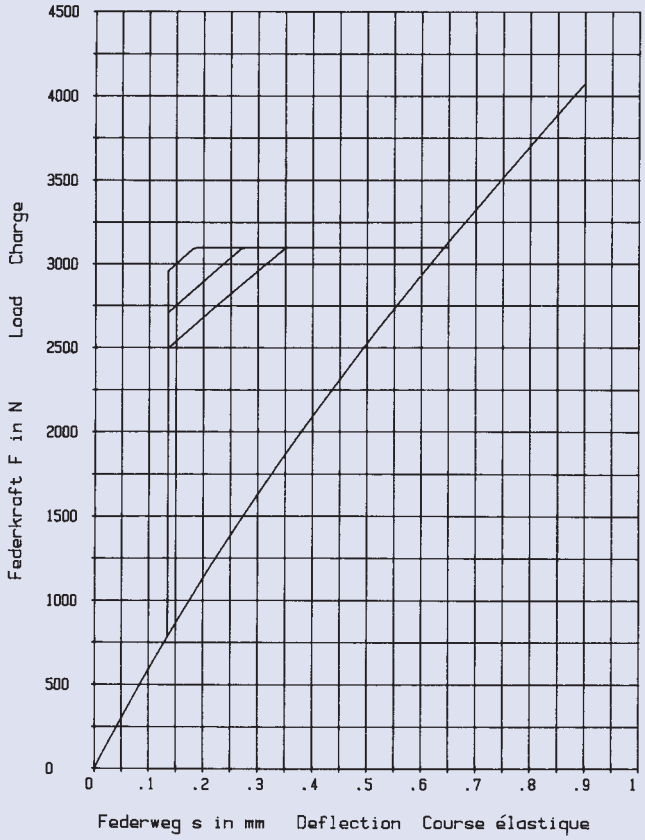
D_e/D_i = 1,932
D_e/t = 25,2
m = 5,599 g

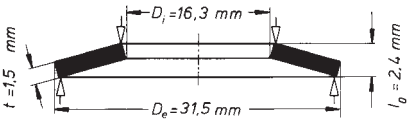




31,5 x 16,3 x 1,5

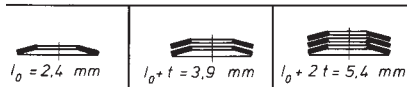
GR 2





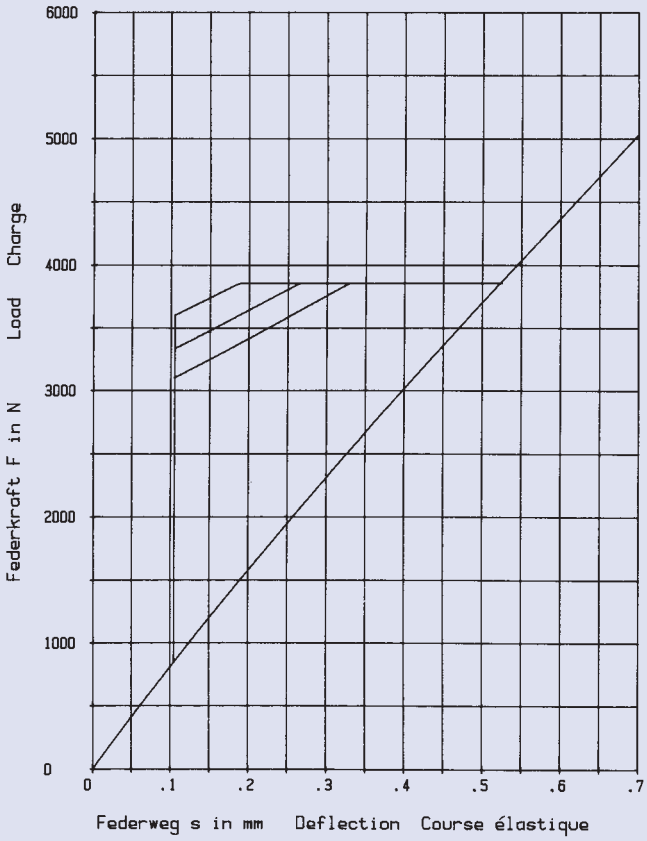
h_0 = 0,9 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,6

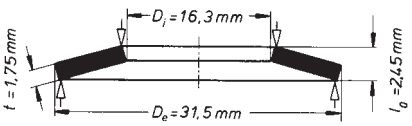
D_e/D_i = 1,932
D_e/t = 21
m = 6,717 g



31,5 x 16,3 x 1,75

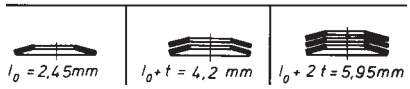
GR 2, DIN 2093 – A 31,5





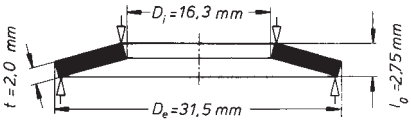
h_0 = 0,7 mm
t = 1,75 mm
h_0/t = 0,4

D_e/D_i = 1,932
D_e/t = 18
m = 7,839 g

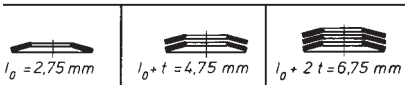


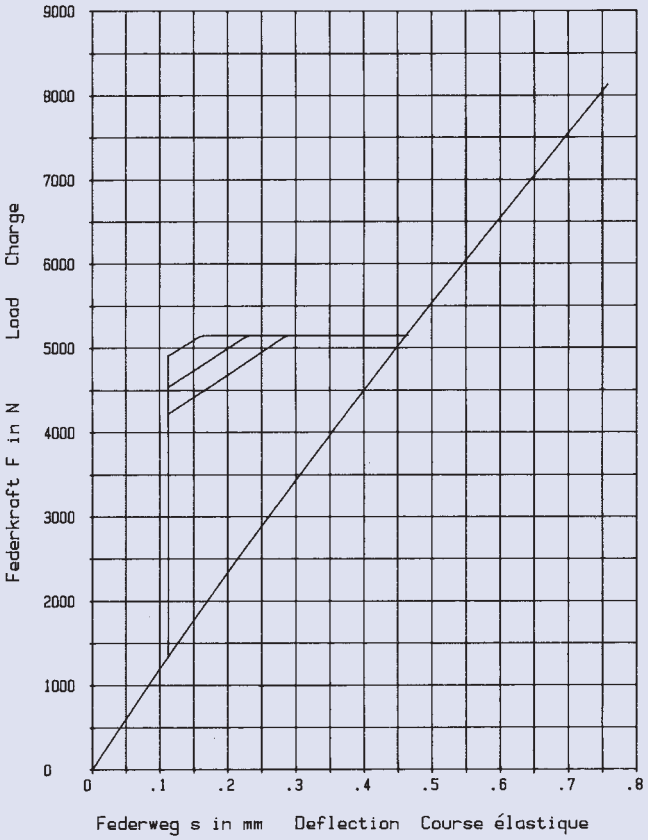
31,5 x 16,3 x 2,0

GR 2



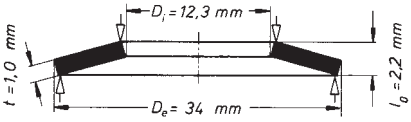
h_0 = 0,75 mm
D_e / D_i = 1,932
t = 2,0 mm
D_e / t = 15,75
h_0 / t = 0,375
m = 8,956 g



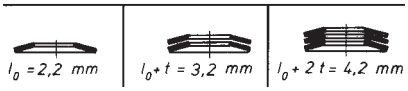


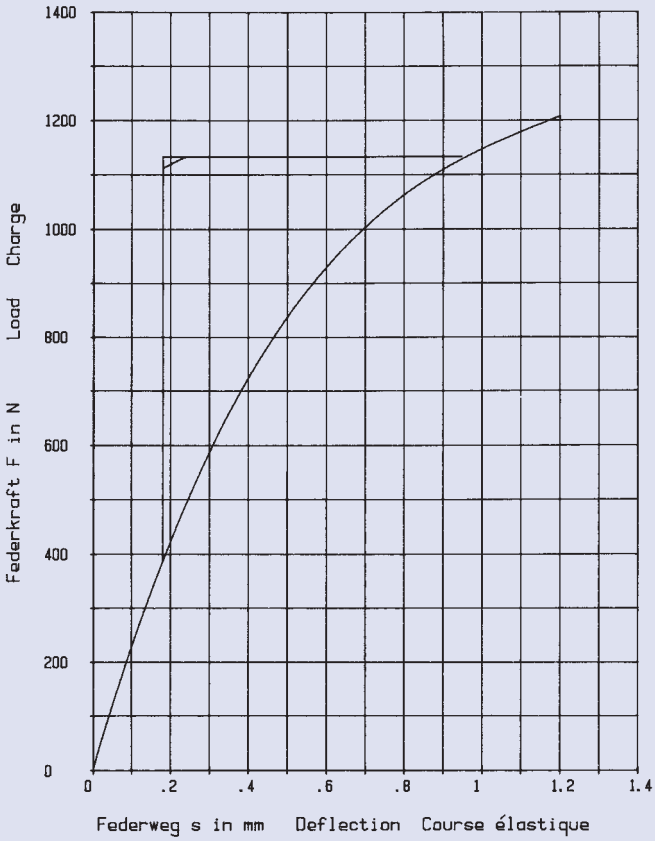
34 x 12,3 x 1,0

GR 2



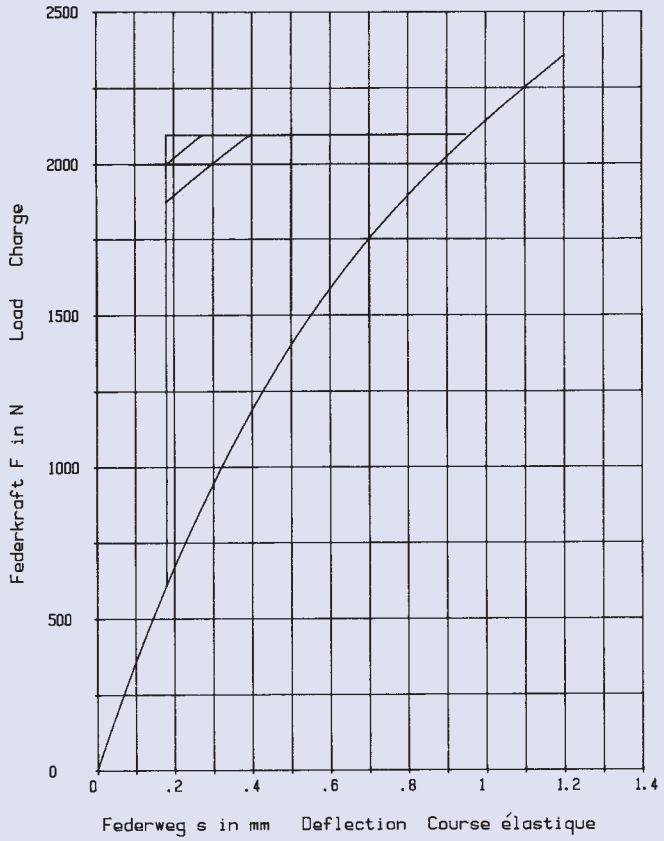
h_0 = 1,2 mm
D_e / D_i = 2,764
t = 1,0 mm
D_e / t = 34
h_0 / t = 1,2
m = 6,194 g

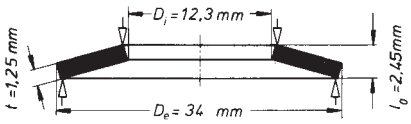




34 x 12,3 x 1,25

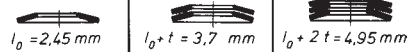
GR 2





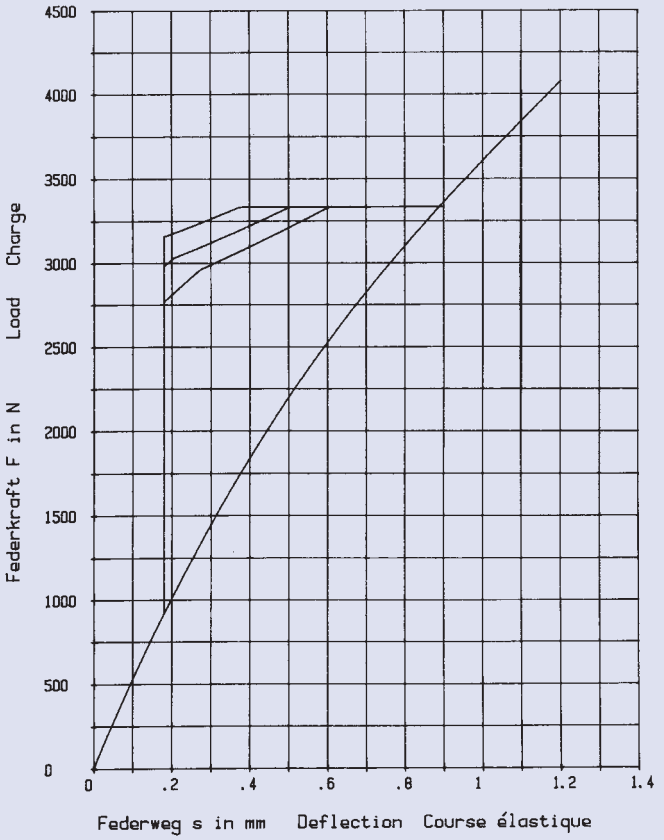
h_0 = 1,2 mm
t = 1,25mm
h_0/t = 0,96

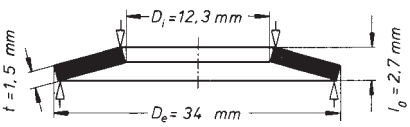
D_e/D_i = 2,764
D_e/t = 27,2
m = 7,743 g



34 x 12,3 x 1,5

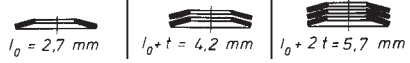
GR 2





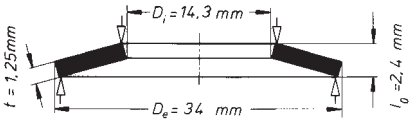
h_0 = 1,2 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,8

D_e/D_i = 2,764
D_e/t = 22,666
m = 9,288 g



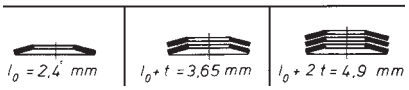
34 x 14,3 x 1,25

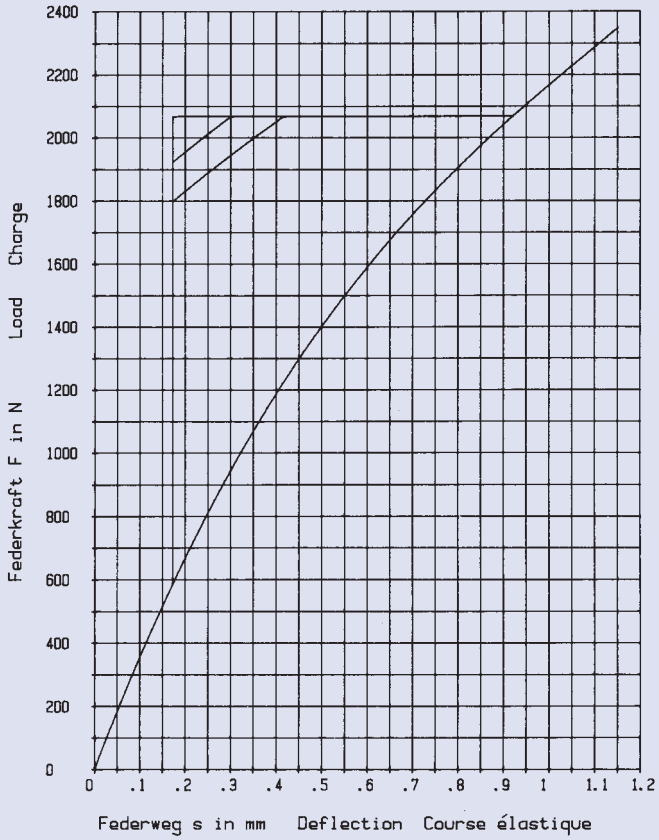
GR 2



h_0 =1,15 mm
t =1,25 mm
h_0 / t = 0,92

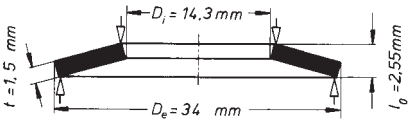
D_e / D_i = 2,377
D_e / t = 27,2
m = 7,33 g





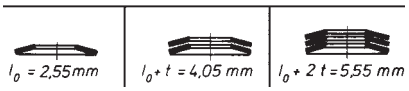
34 x 14,3 x 1,5

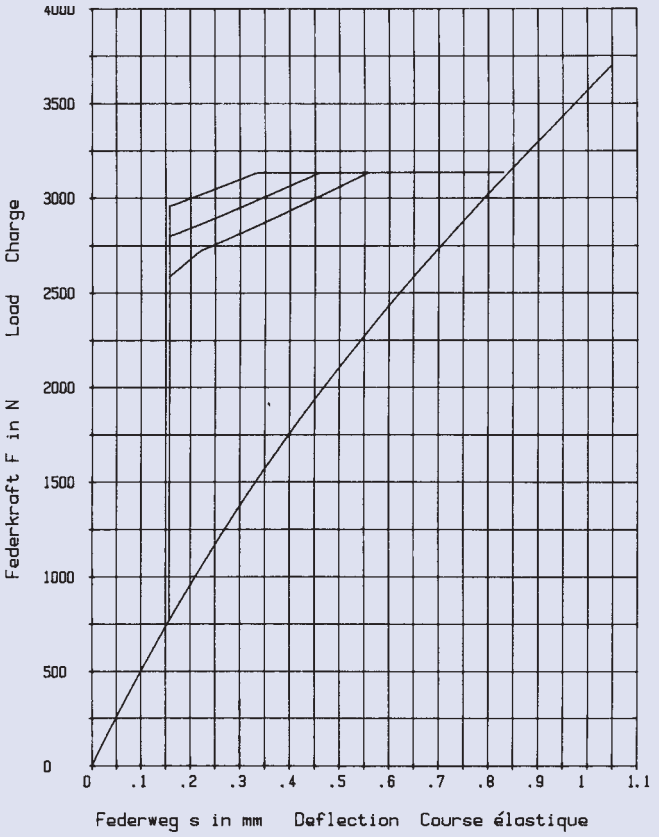
GR 2



h_0 =1,05 mm
t = 1,5 mm
h_0 / t = 0,7

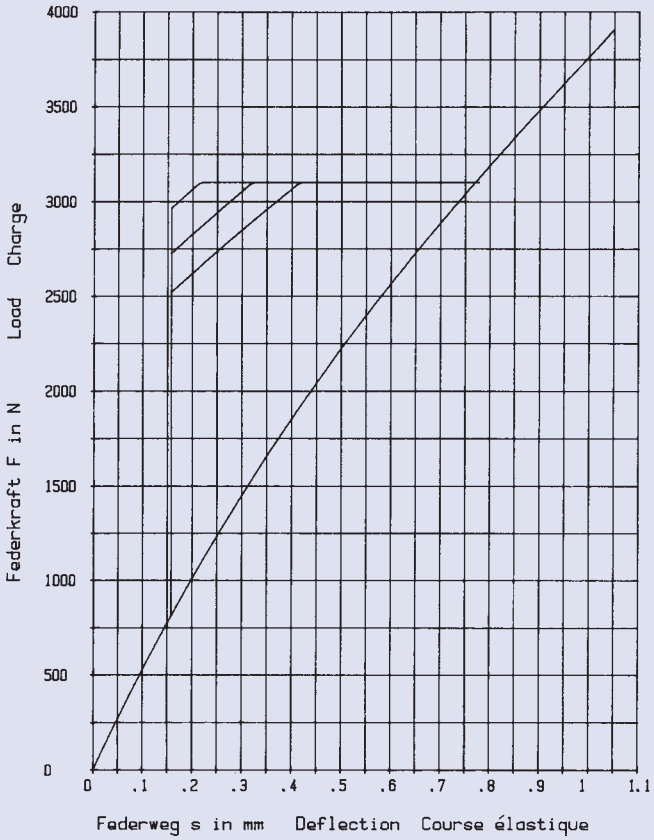
D_e / D_i = 2,377
D_e / t = 22,666
m = 8,799 g

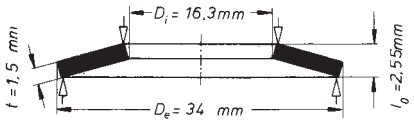




34 x 16,3 x 1,5

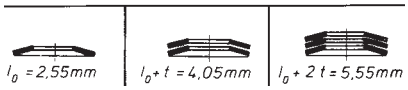
GR 2





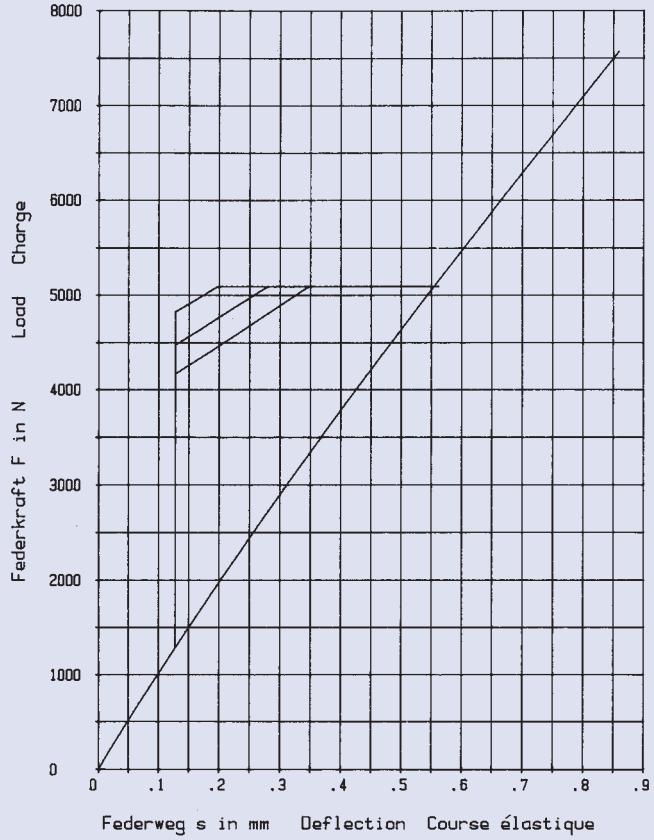
h_0 = 1,05 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,7

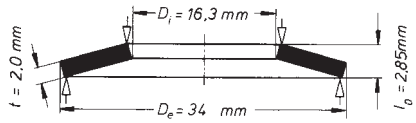
D_e/D_i = 2,085
D_e/t = 22,666
m = 8,233 g



34 x 16,3 x 2,0

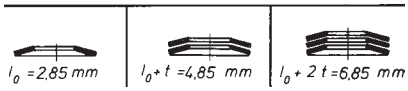
GR 2





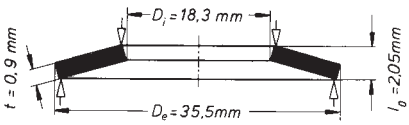
h_0 = 0,85 mm
t = 2,0 mm
h_0/t = 0,425

D_e/D_i = 2,085
D_e/t = 17
m = 10,978 g

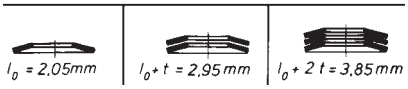


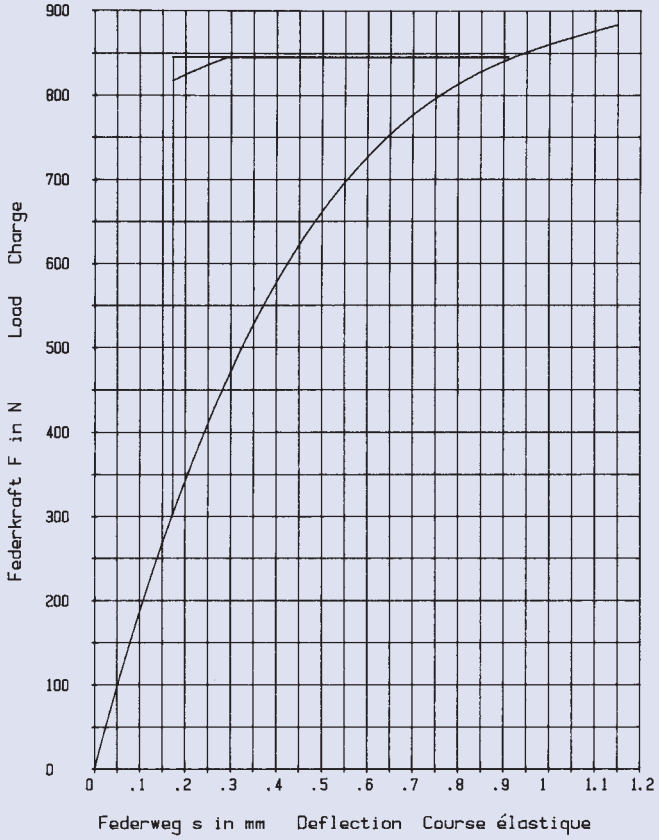
35,5 x 18,3 x 0,9

GR 1, DIN 2093 – C 35,5



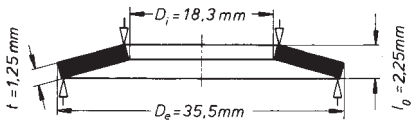
h_0 = 1,15 mm
D_e / D_i = 1,939
t = 0,9 mm
D_e / t = 39,444
h_0 / t = 1,277
m = 5,134 g



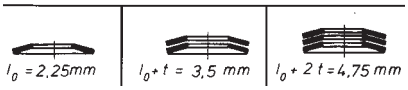


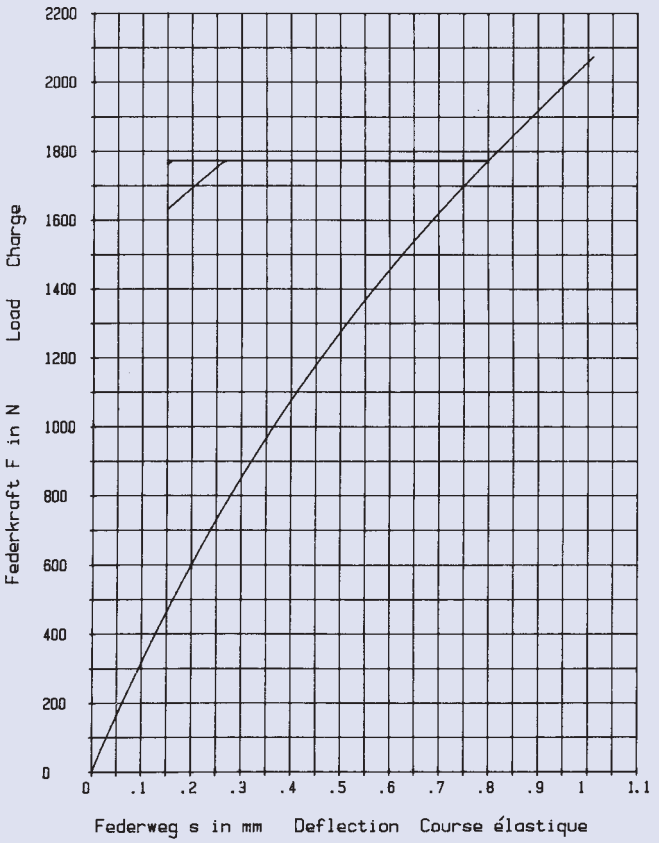
35,5 x 18,3 x 1,25

GR 2, DIN 2093 – B 35,5

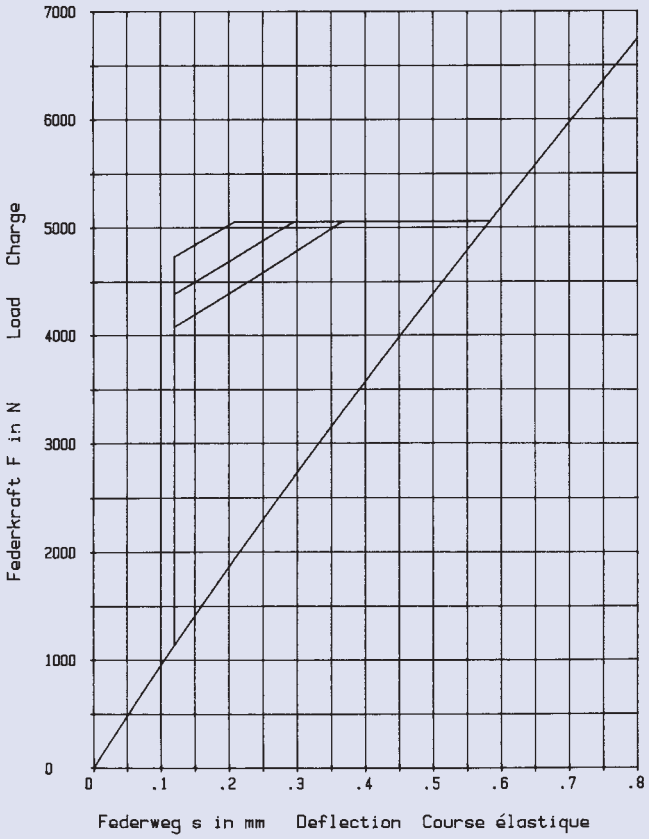


h_0 = 1,0 mm
D_e / D_i = 1,939
t = 1,25mm
D_e / t = 28,4
h_0 / t = 0,8
m = 7,131 g

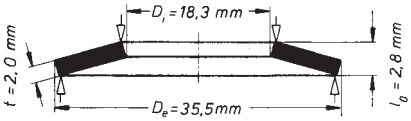




35,5 x 18,3 x 2,0

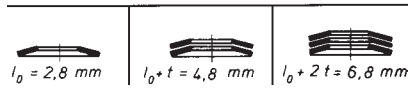


GR 2, DIN 2093 – A 35,5

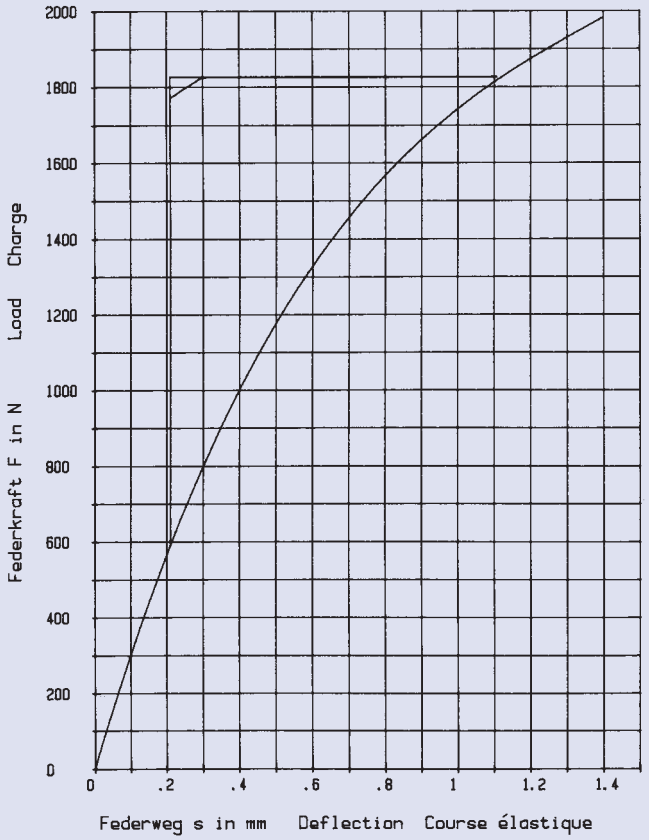


h_0 = 0,8 mm
t = 2,0 mm
h_0/t = 0,4

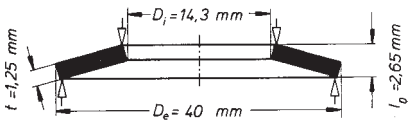
D_e/D_i = 1,939
D_e/t = 17,75
m = 11,41 g



40 x 14,3 x 1,25



GR 2



h_0 = 1,4 mm
t = 1,25 mm
h_0/t = 1,12

D_e/D_i = 2,797
D_e/t = 32
m = 10,755 g

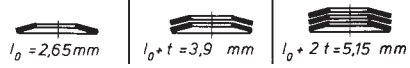
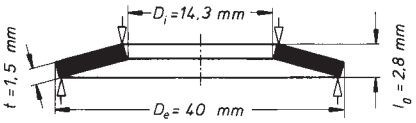


Diagramme | Diagrams | Diagrammes

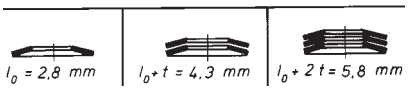
40 x 14,3 x 1,5

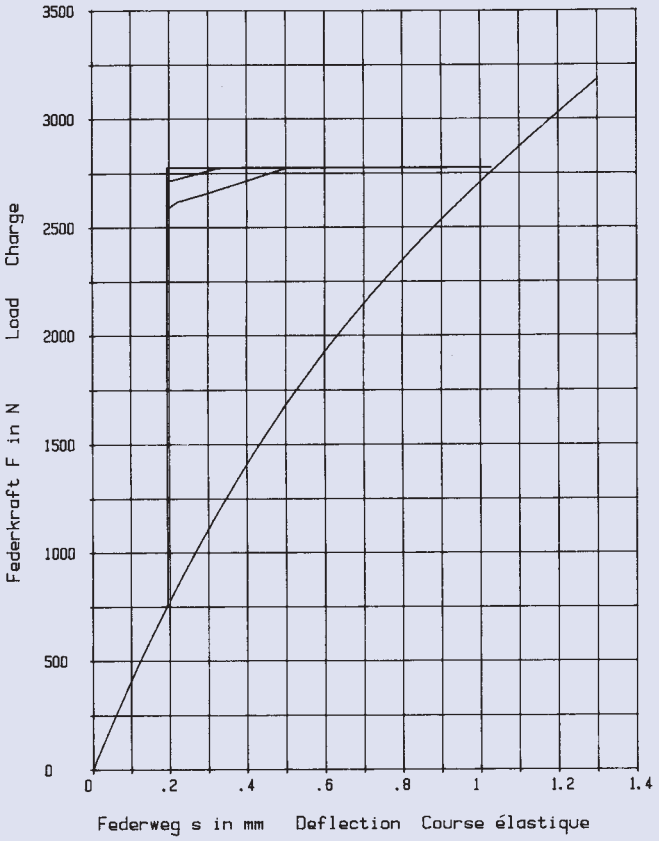
GR 2



h_0 = 1,3 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,866

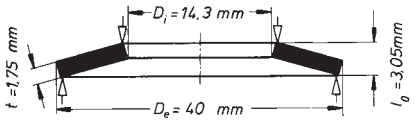
D_e/D_i = 2,797
D_e/t = 26,666
m = 12,905 g





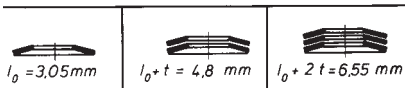
40 x 14,3 x 1,75

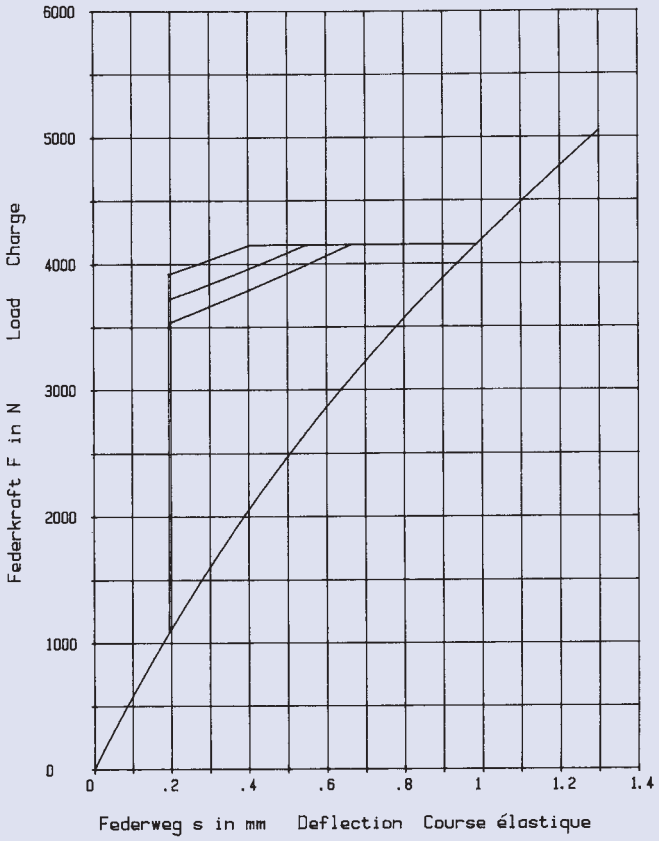
GR 2



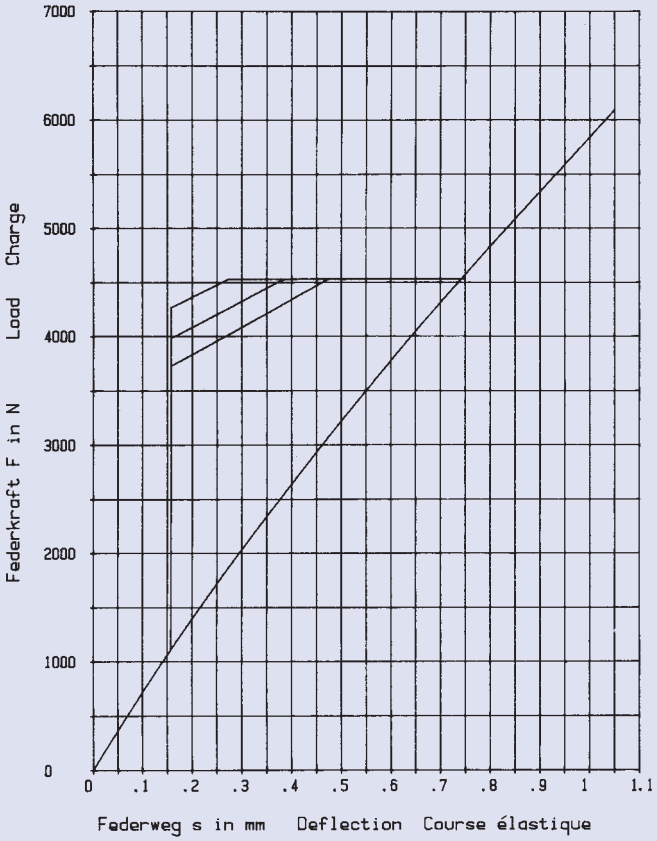
h_0 = 1,3 mm
t = 1,75 mm
h_0/t = 0,742

D_e/D_i = 2,797
D_e/t = 22,857
m = 15,056 g

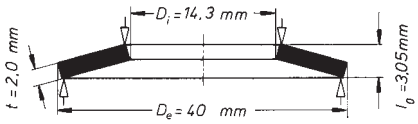




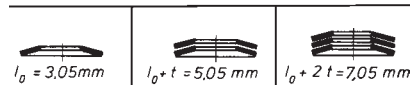
40 x 14,3 x 2,0



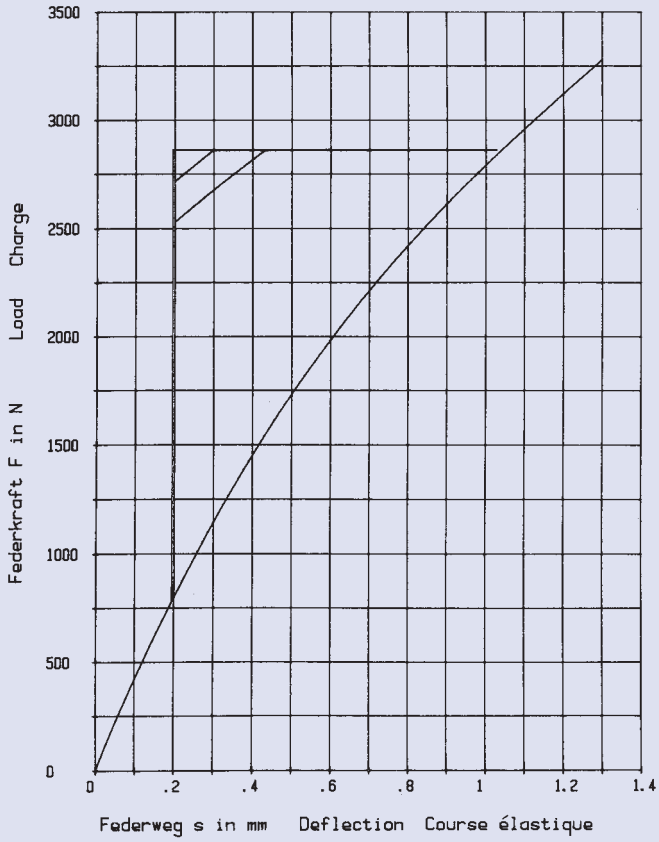
GR 2



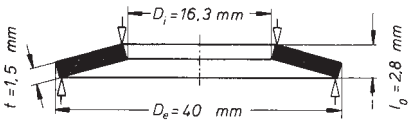
h_0 = 1,05 mm	D_e / D_i = 2,797
t = 2,0 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,525	m = 17,207 g



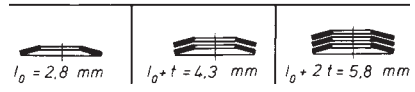
40 x 16,3 x 1,5



GR 2

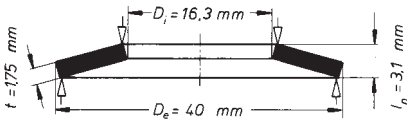


h_0 = 1,3 mm	D_e / D_i = 2,453
t = 1,5 mm	D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,866	m = 12,339 g

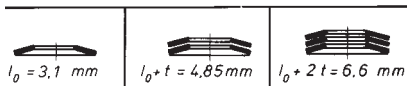


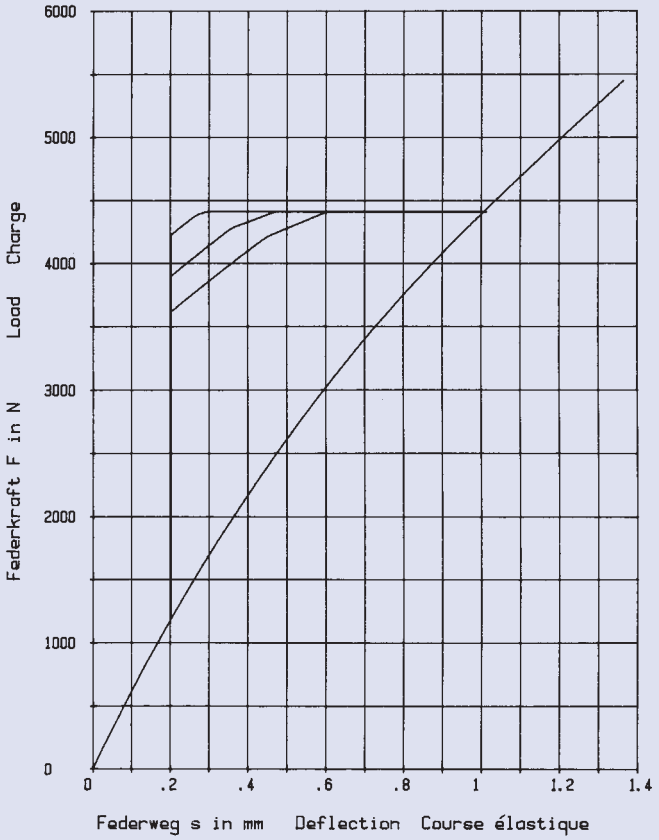
40 x 16,3 x 1,75

GR 2



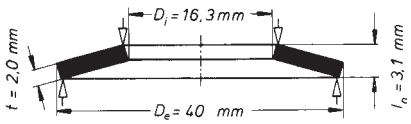
h_0 = 1,35 mm
D_e / D_i = 2,453
t = 1,75 mm
D_e / t = 22,857
h_0 / t = 0,771
m = 14,396 g



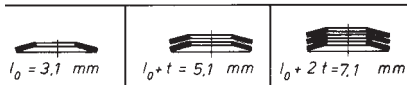


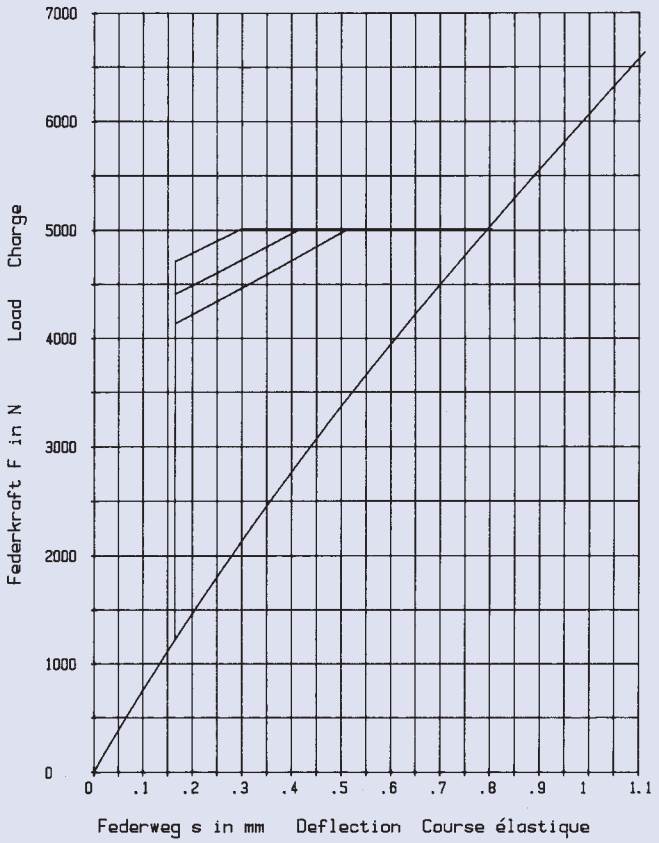
40 x 16,3 x 2,0

GR 2



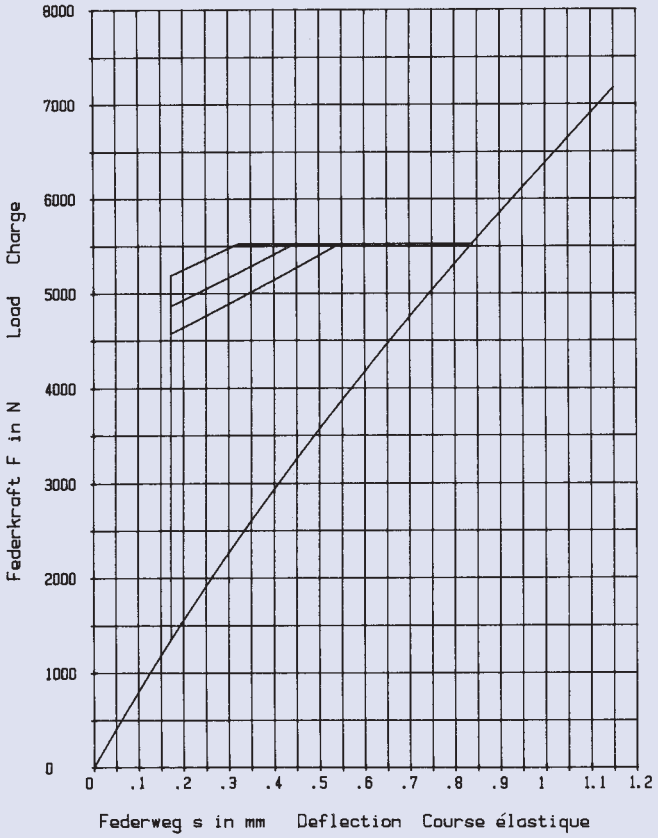
h_0 = 1,1 mm
D_e / D_i = 2,453
t = 2,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55
m = 16,499 g

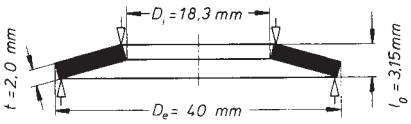




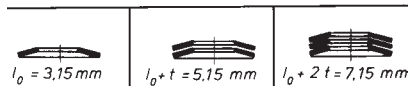
40 x 18,3 x 2,0

GR 2



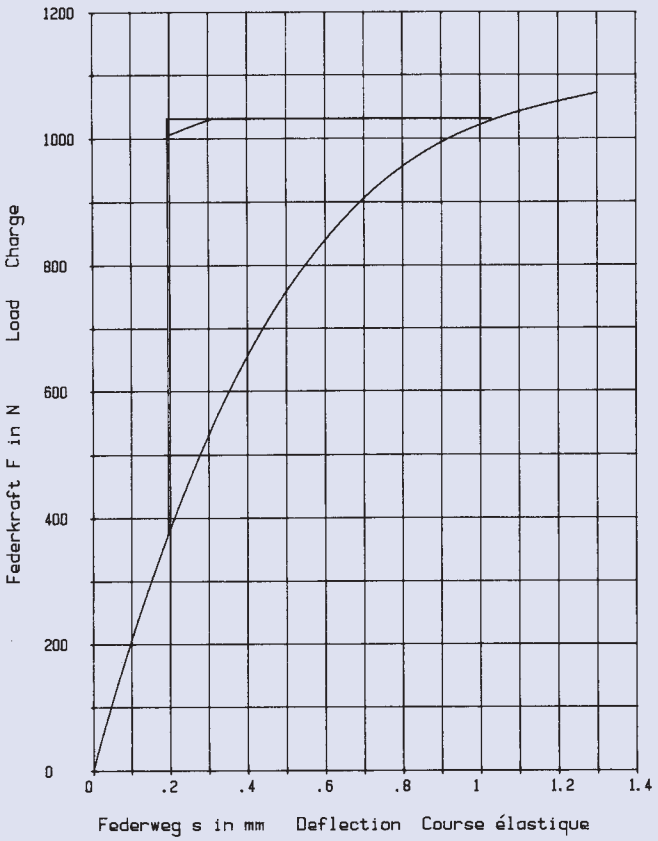


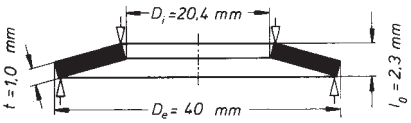
h_0 = 1,15 mm
D_e / D_i = 2,185
t = 2,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,575
m = 15,599 g



40 x 20,4 x 1,0

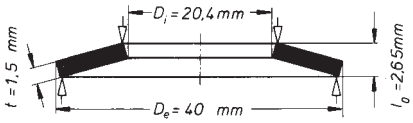
GR 1, DIN 2093 – C 40



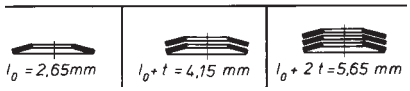


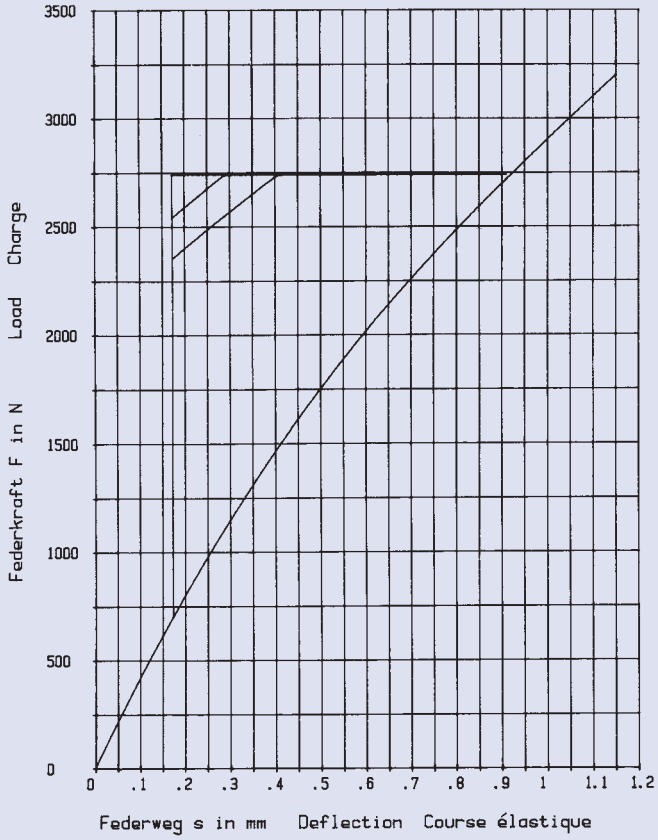
40 x 20,4 x 1,5

GR 2, DIN 2093 – B 40



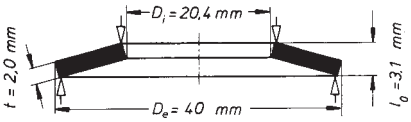
h_0 = 1,15 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 0,766
D_e/D_i = 1,96
D_e/t = 26,666
m = 10,948 g



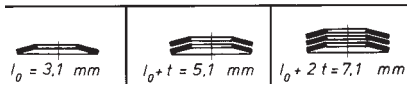


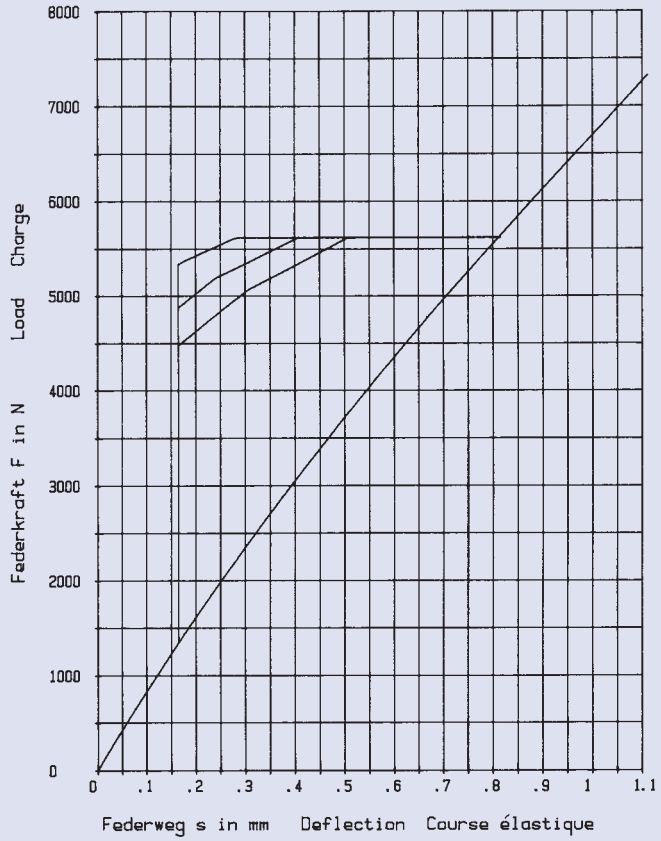
40 x 20,4 x 2,0

GR 2



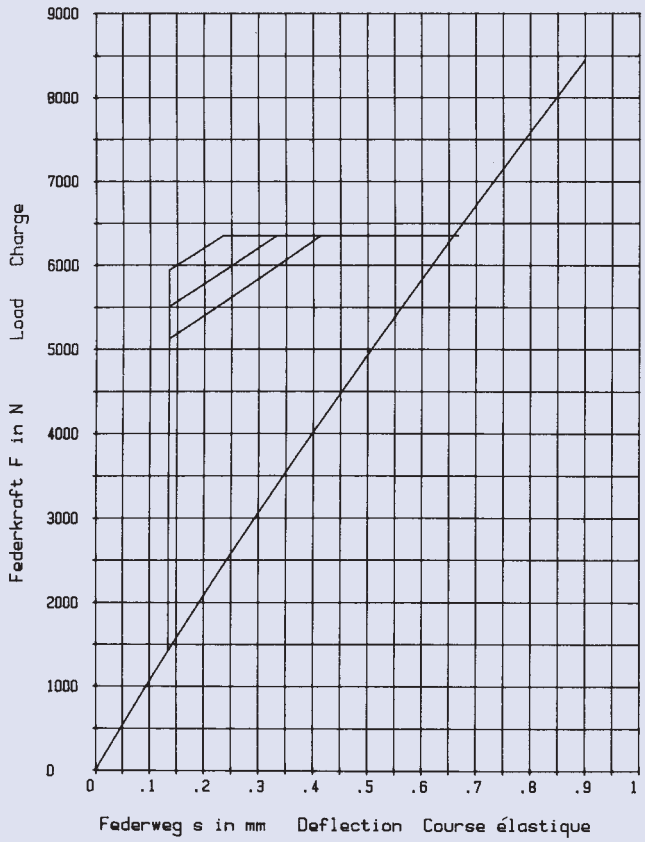
h_0 = 1,1 mm
t = 2,0 mm
h_0/t = 0,55
D_e/D_i = 1,96
D_e/t = 20
m = 14,597 g

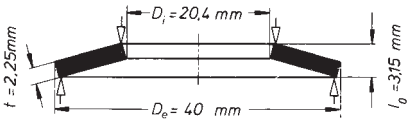




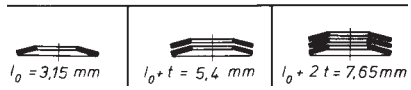
40 x 20,4 x 2,25

GR 2, DIN 2093 – A 40



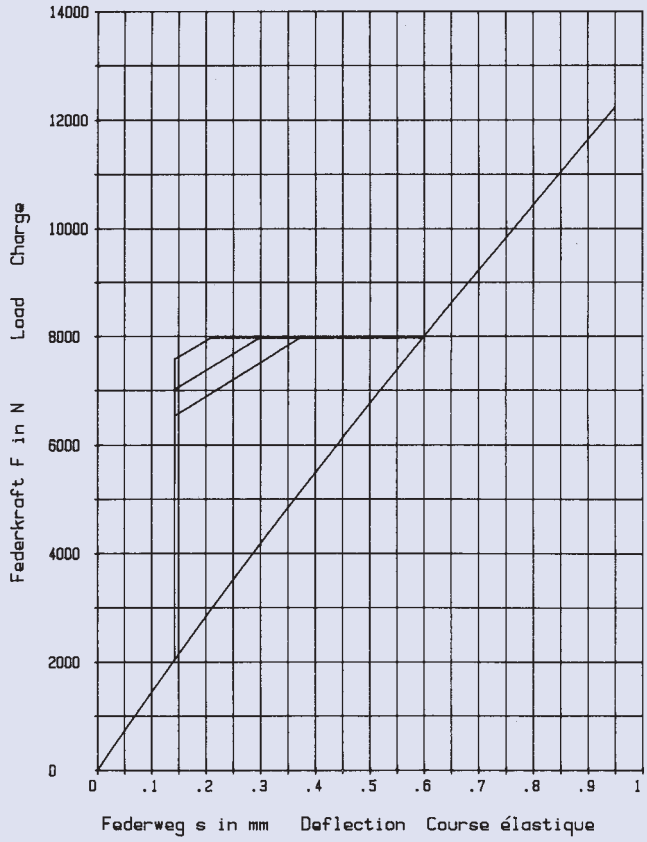


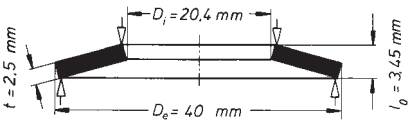
h_0 = 0,9 mm
D_e / D_i = 1,96
t = 2,25mm
D_e / t = 17,777
h_0 / t = 0,4
m = 16,422 g



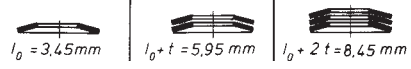
40 x 20,4 x 2,5

GR 2



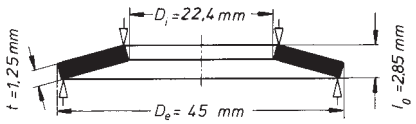


h_0 = 0,95 mm
D_e / D_i = 1,96
t = 2,5 mm
D_e / t = 16
h_0 / t = 0,38
m = 18,246 g

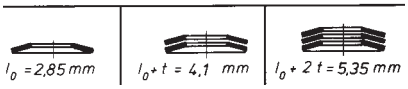


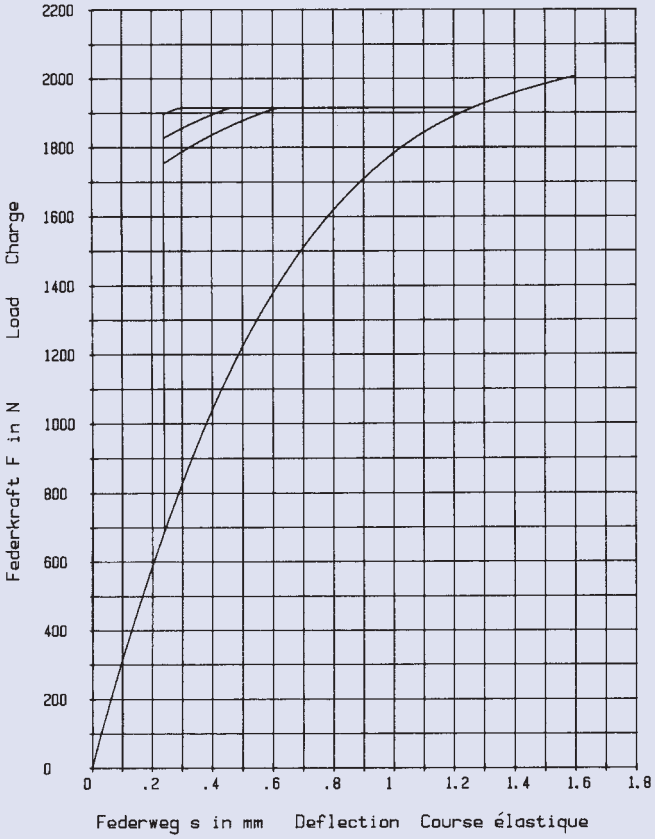
45 x 22,4 x 1,25

GR 2, DIN 2093 – C 45



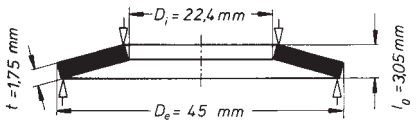
h_0 = 1,6 mm
D_e / D_i = 2,008
t = 1,25 mm
D_e / t = 36
h_0 / t = 1,28
m = 11,739 g



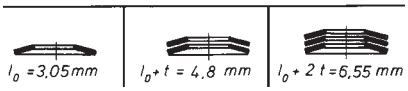


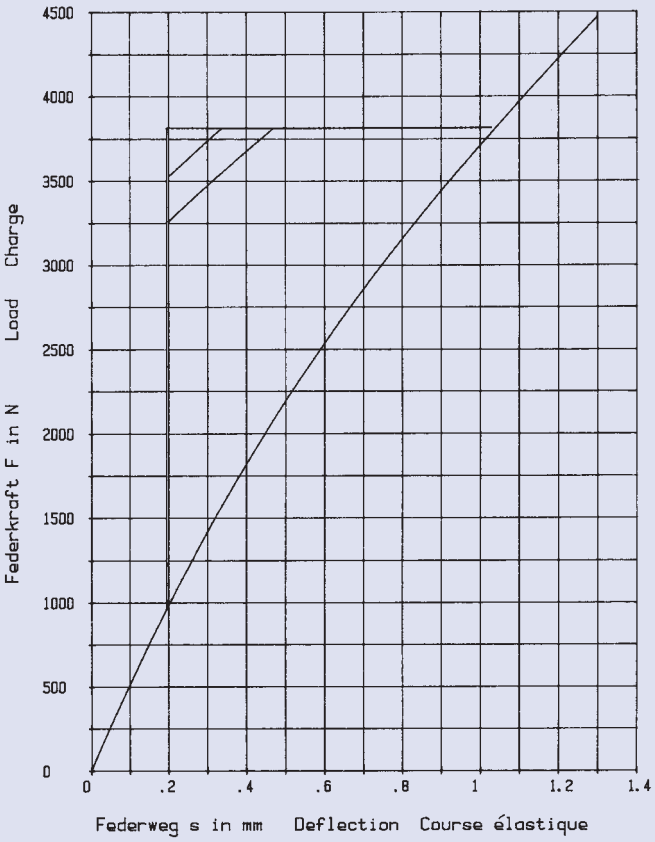
45 x 22,4 x 1,75

GR 2, DIN 2093 – B 45



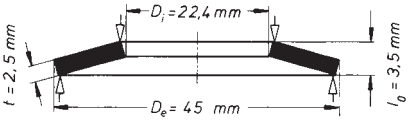
h_0 = 1,3 mm
D_e / D_i = 2,008
t = 1,75 mm
D_e / t = 25,714
h_0 / t = 0,742
m = 16,434 g



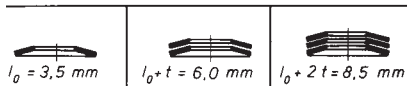


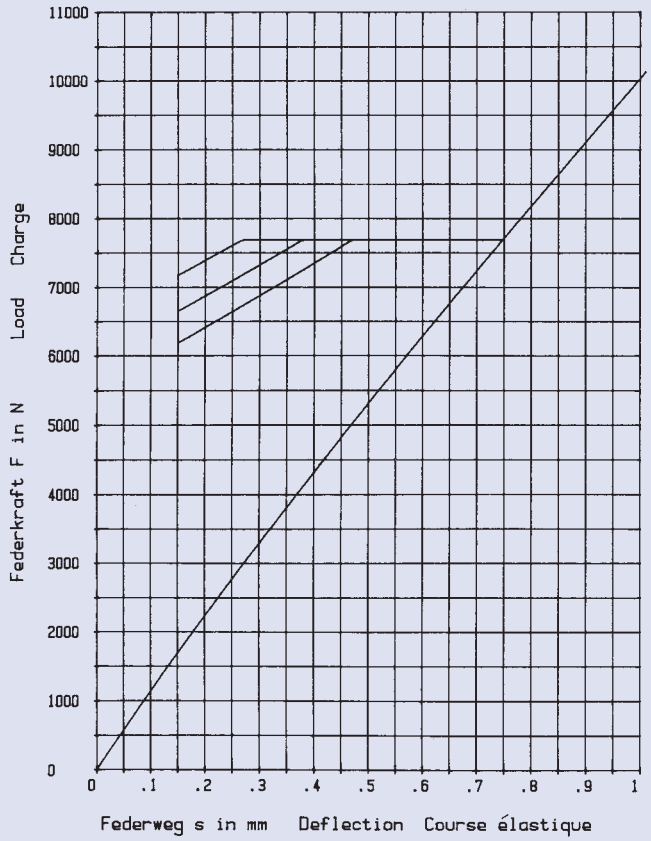
45 x 22,4 x 2,5

GR 2, DIN 2093 – A 45



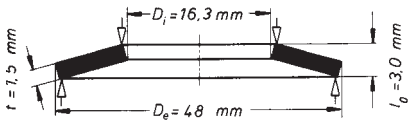
h_0 = 1,0 mm	D_e/D_i = 2,008
t = 2,5 mm	D_e/t = 18
h_0/t = 0,4	m = 23,478 g



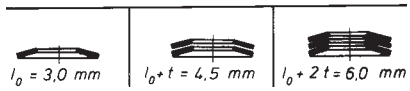


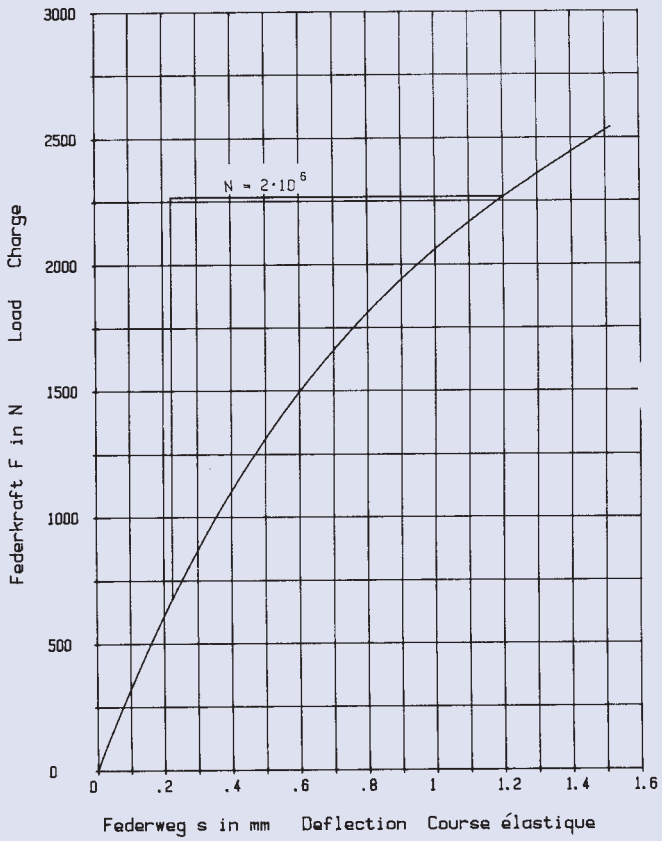
48 x 16,3 x 1,5

GR 2



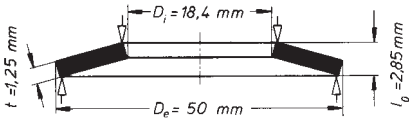
h_0 = 1,5 mm	D_e/D_i = 2,944
t = 1,5 mm	D_e/t = 32
h_0/t = 1,0	m = 18,85 g



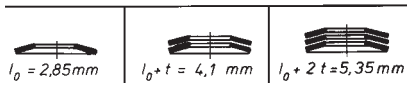


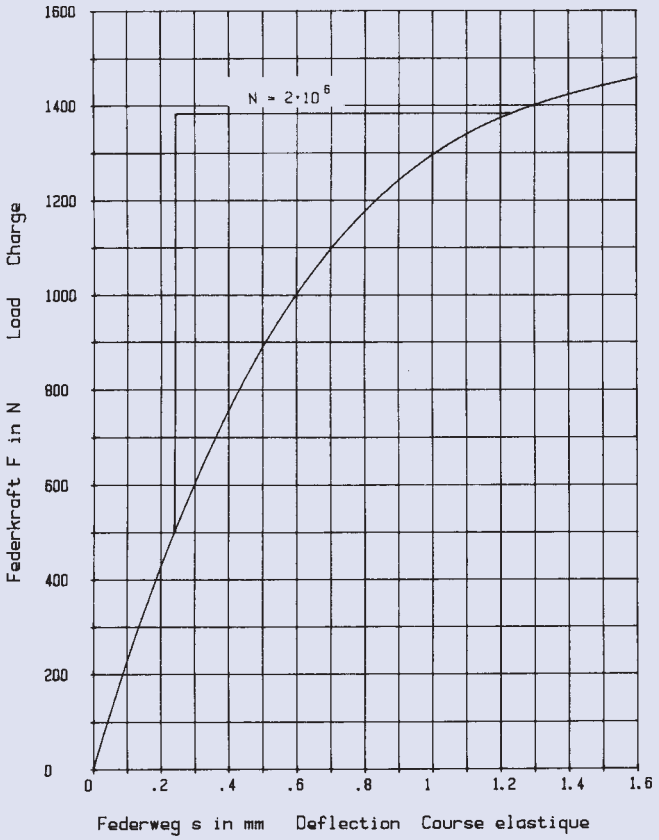
50 x 18,4 x 1,25

GR 2



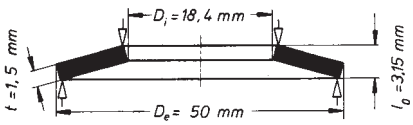
h_0 = 1,6 mm
D_e / D_i = 2,717
t = 1,25mm
D_e / t = 40
h_0 / t = 1,28
m = 16,657 g



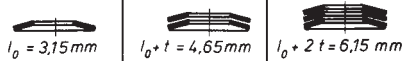


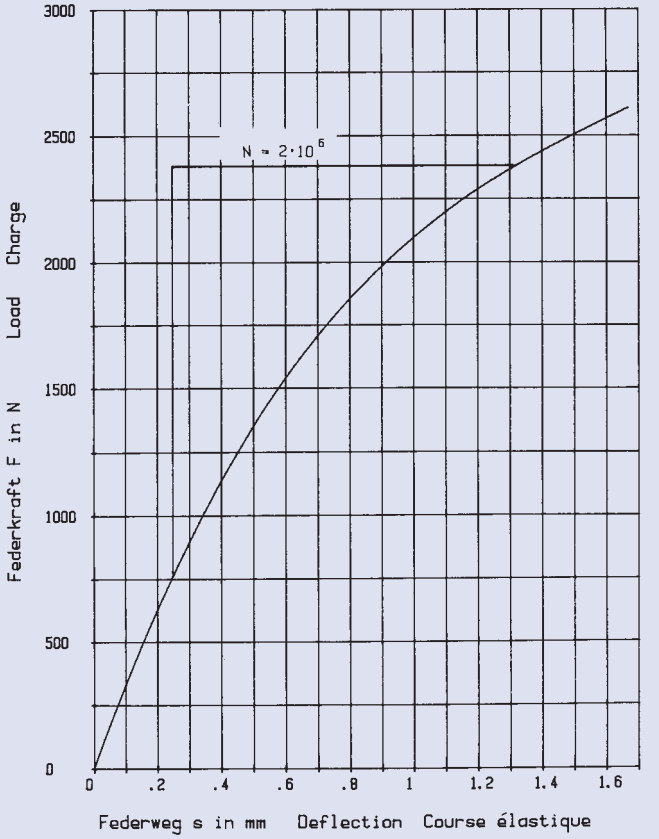
50 x 18,4 x 1,5

GR 2

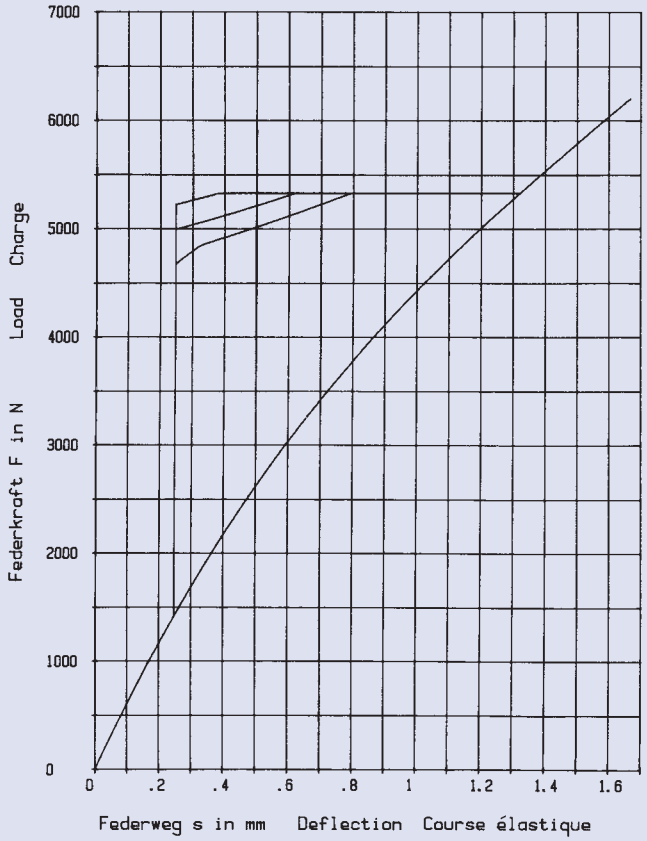


h_0 = 1,65mm
D_e / D_i = 2,717
t = 1,5 mm
D_e / t = 33,333
h_0 / t = 1,1
m = 19,988 g

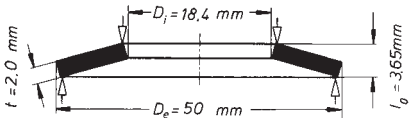




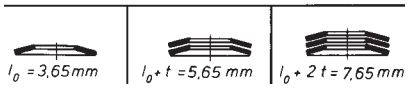
50 x 18,4 x 2,0



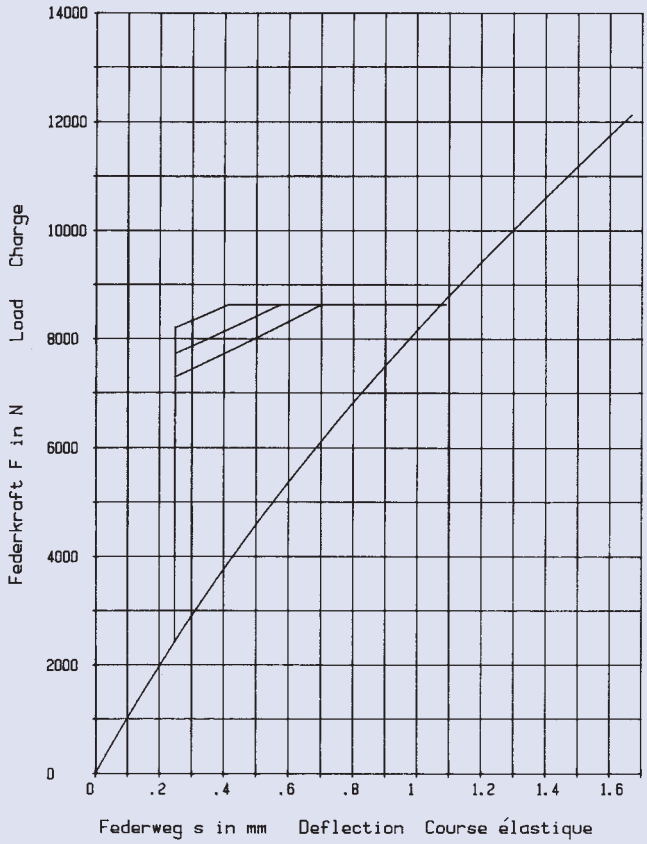
GR 2



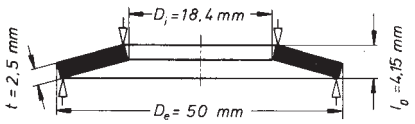
h_0 = 1,65 mm	D_e / D_i = 2,717
t = 2,0 mm	D_e / t = 25
h_0 / t = 0,825	m = 26,651 g



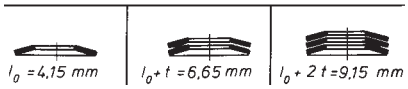
50 x 18,4 x 2,5



GR 2

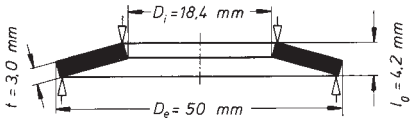


h_0 = 1,65 mm	D_e / D_i = 2,717
t = 2,5 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,66	m = 33,314 g



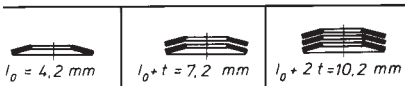
50 x 18,4 x 3,0

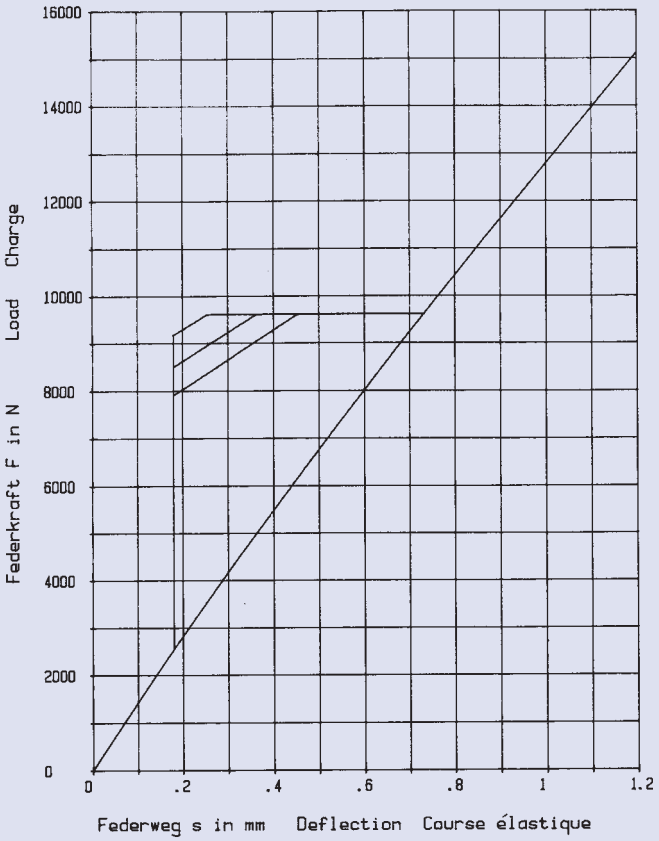
GR 2



h_0 = 1,2 mm
t = 3,0 mm
h_0/t = 0,4

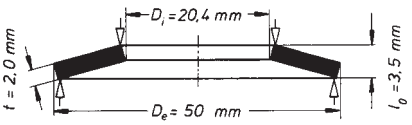
D_e/D_i = 2,717
D_e/t = 16,666
m = 39,977 g





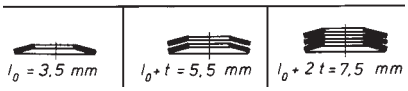
50 x 20,4 x 2,0

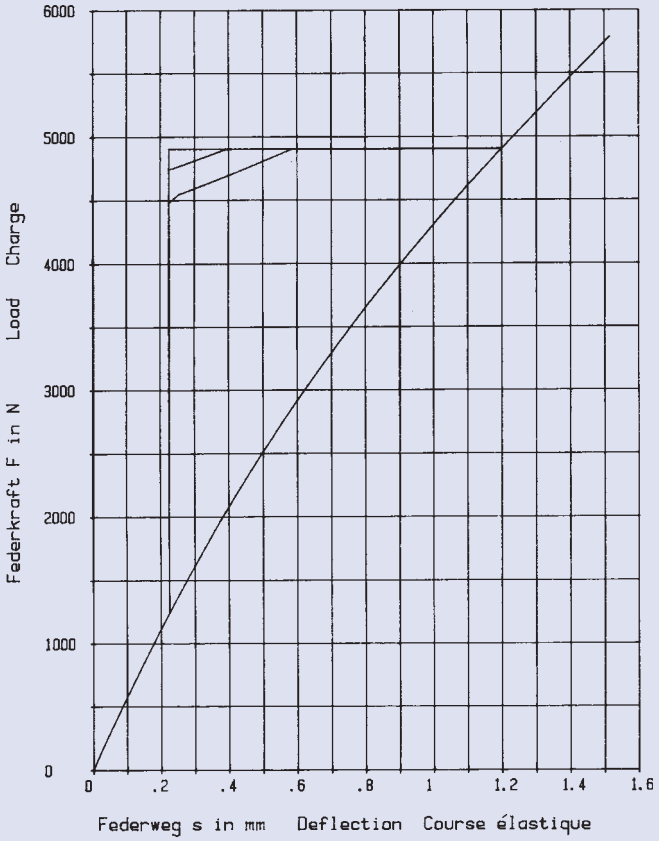
GR 2



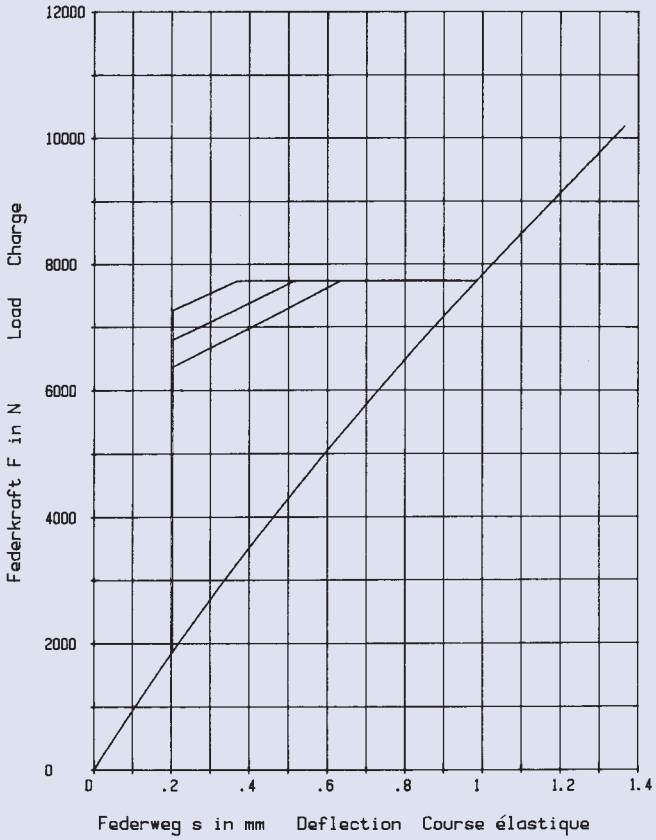
h_0 = 1,5 mm
t = 2,0 mm
h_0/t = 0,75

D_e/D_i = 2,45
D_e/t = 25
m = 25,695 g

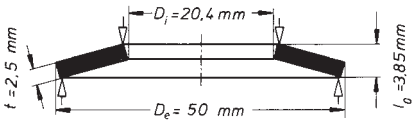




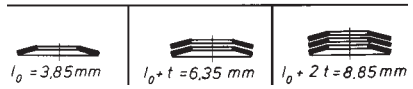
50 x 20,4 x 2,5



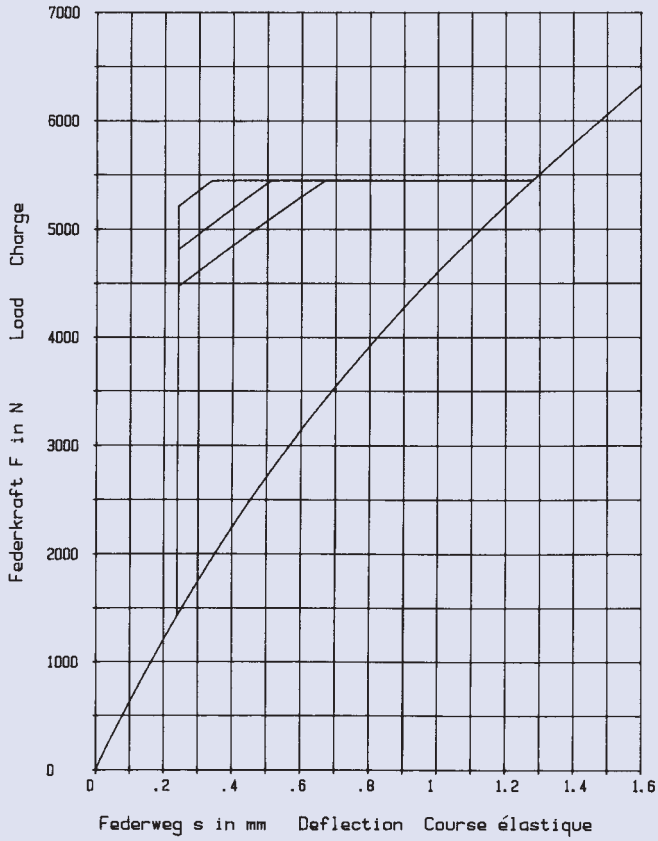
GR 2



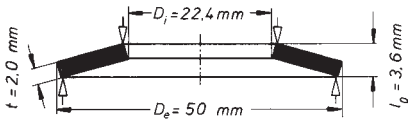
h_0 = 1,35 mm	D_e / D_i = 2,45
t = 2,5 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,54	m = 32,118 g



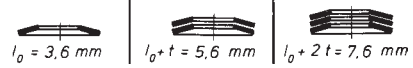
50 x 22,4 x 2,0



GR 2

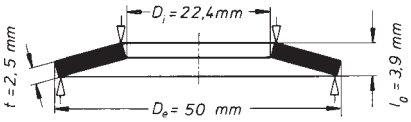


h_0 = 1,6 mm	D_e / D_i = 2,232
t = 2,0 mm	D_e / t = 25
h_0 / t = 0,8	m = 24,639 g

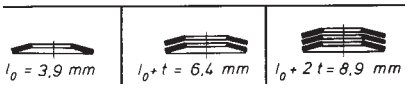


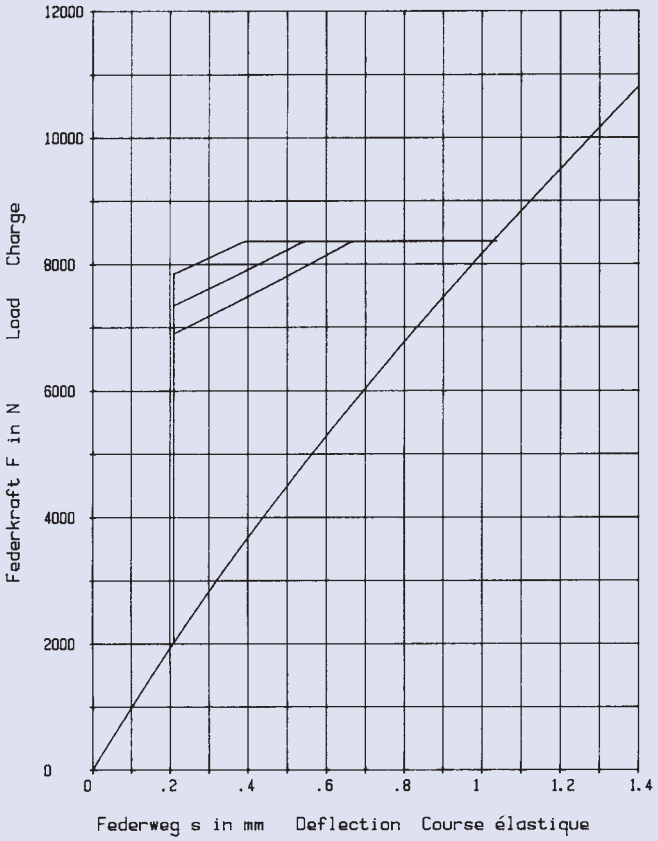
50 x 22,4 x 2,5

GR 2



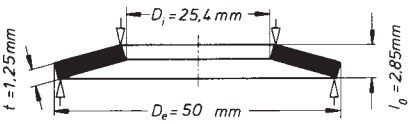
h_0 = 1,4 mm
D_e / D_i = 2,232
t = 2,5 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,56
m = 30,8 g



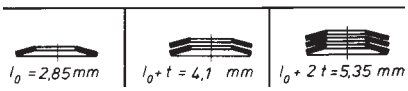


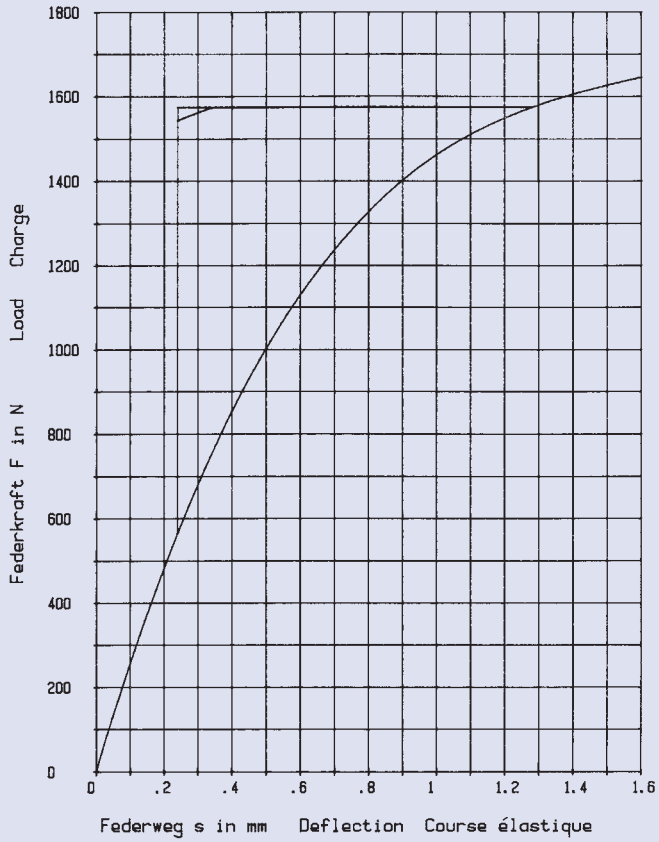
50 x 25,4 x 1,25

GR 2, DIN 2093 – C 50



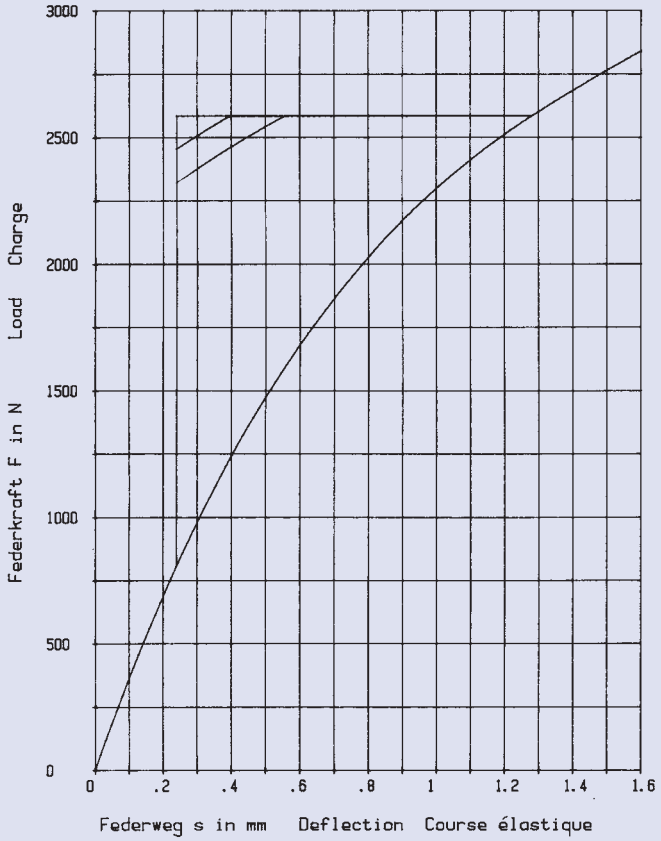
h_0 = 1,6 mm
D_e / D_i = 1,968
t = 1,25 mm
D_e / t = 40
h_0 / t = 1,28
m = 14,294 g

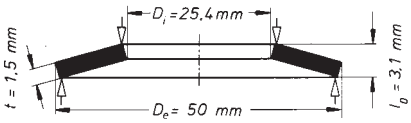




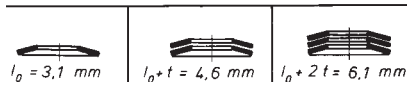
50 x 25,4 x 1,5

GR 2



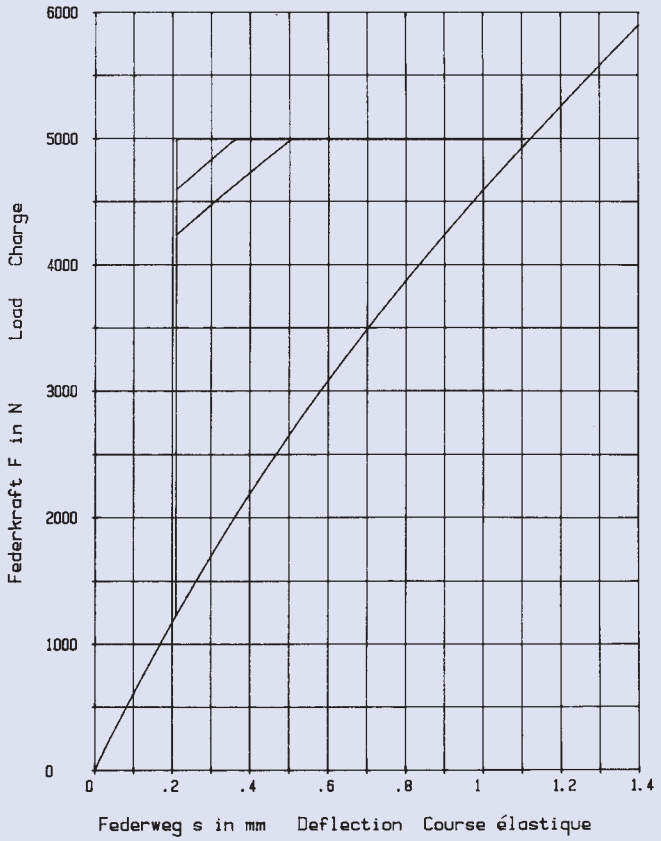


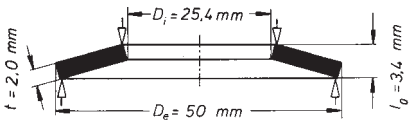
h_0 = 1,6 mm
t = 1,5 mm
h_0/t = 1,066
D_e/D_i = 1,968
D_e/t = 33,333
m = 17,153 g



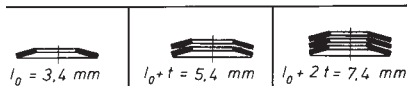
50 x 25,4 x 2,0

GR 2, DIN 2093 – B 50



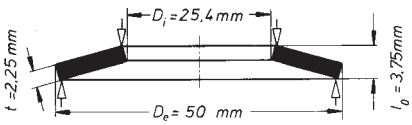


h_0 = 1,4 mm
t = 2,0 mm
h_0/t = 0,7
D_e/D_i = 1,968
D_e/t = 25
m = 22,871 g

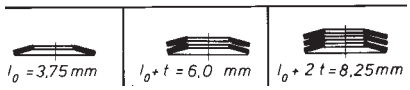


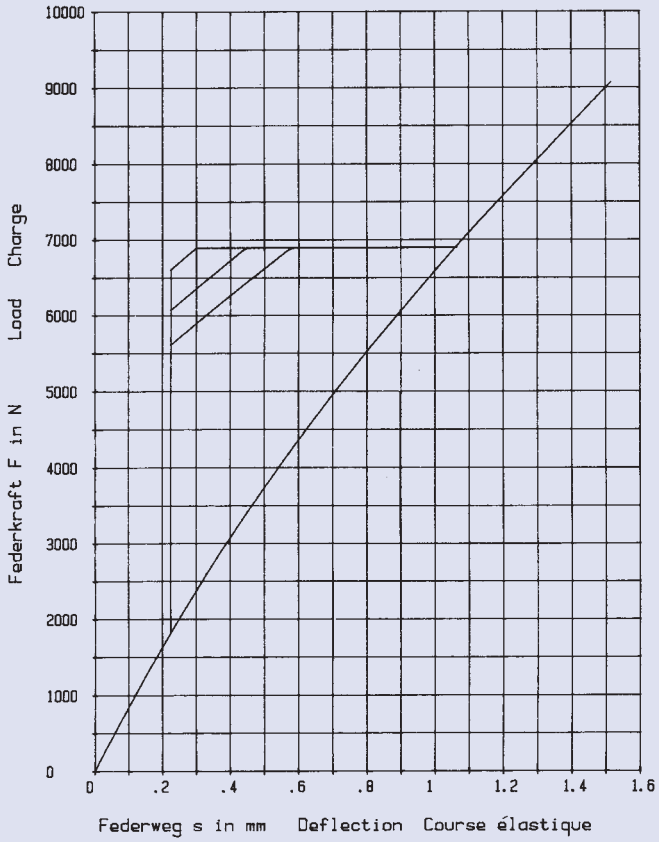
50 x 25,4 x 2,25

GR 2



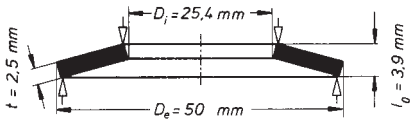
h_0 = 1,5 mm
t = 2,25 mm
h_0/t = 0,666
D_e/D_i = 1,968
D_e/t = 22,222
m = 25,73 g



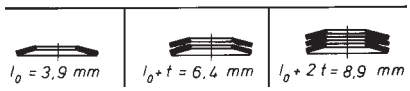


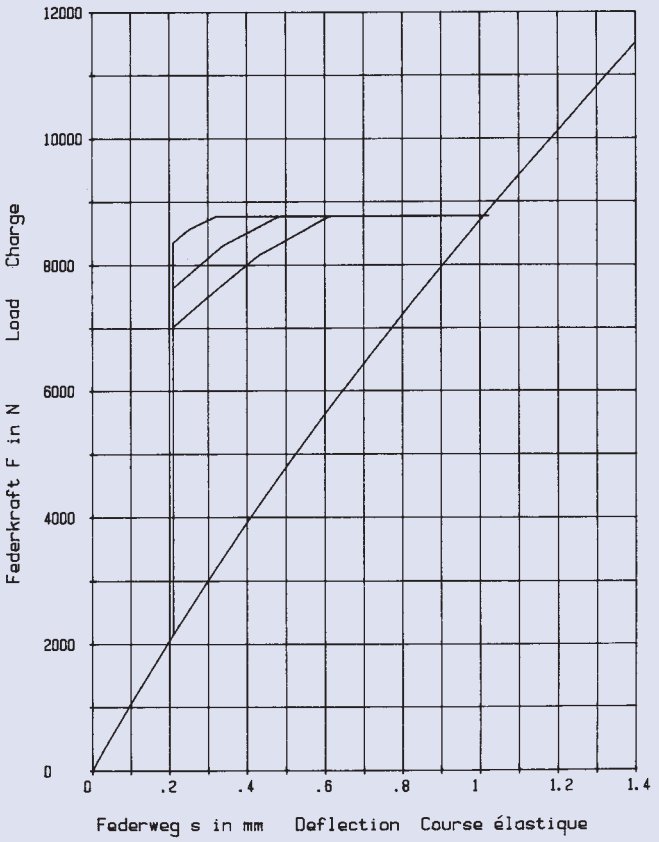
50 x 25,4 x 2,5

GR 2

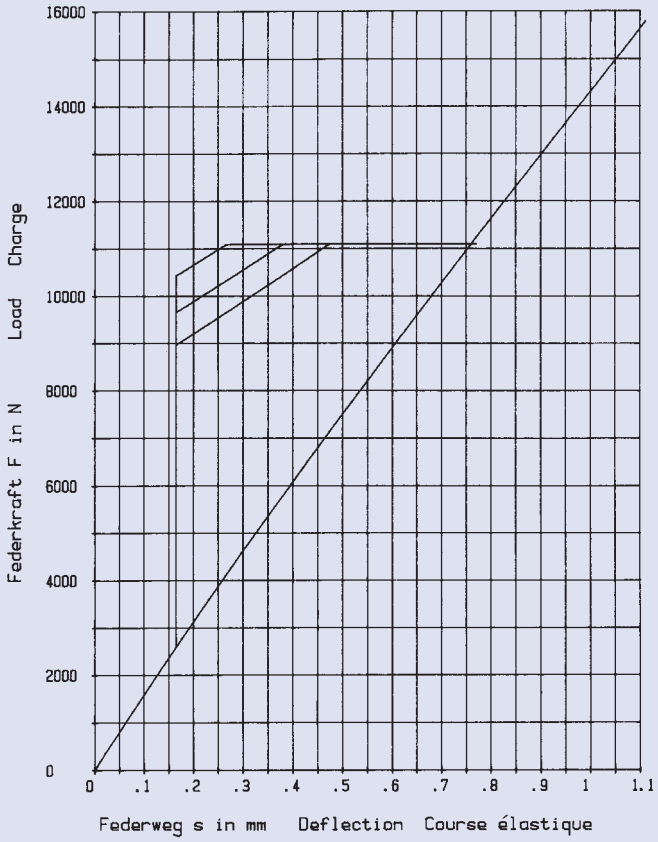


h_0 = 1,4 mm
t = 2,5 mm
h_0/t = 0,56
D_e/D_i = 1,968
D_e/t = 20
m = 28,589 g

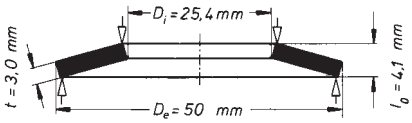




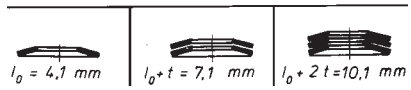
50 x 25,4 x 3,0



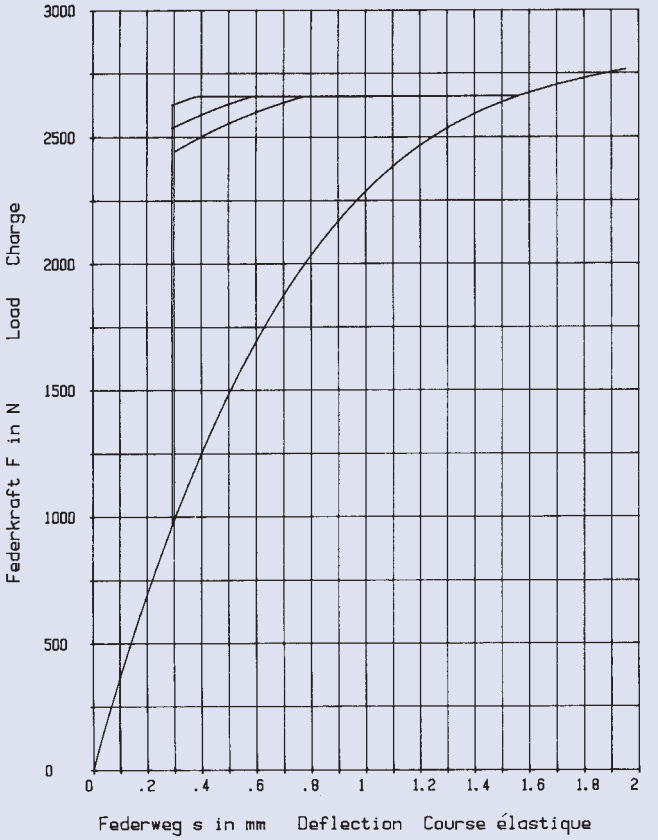
GR 2, DIN 2093 – A 50



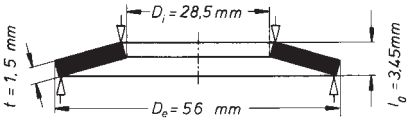
h_0 = 1,1 mm	D_e / D_i = 1,968
t = 3,0 mm	D_e / t = 16,666
h_0 / t = 0,366	m = 34,306 g



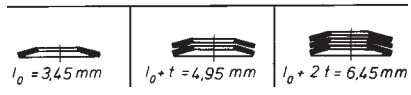
56 x 28,5 x 1,5



GR 2, DIN 2093 – C 56

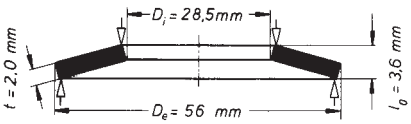


h_0 = 1,95mm	D_e / D_i = 1,964
t = 1,5 mm	D_e / t = 37,333
h_0 / t = 1,3	m = 21,489 g

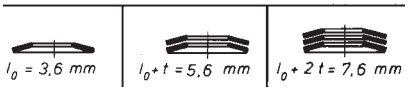


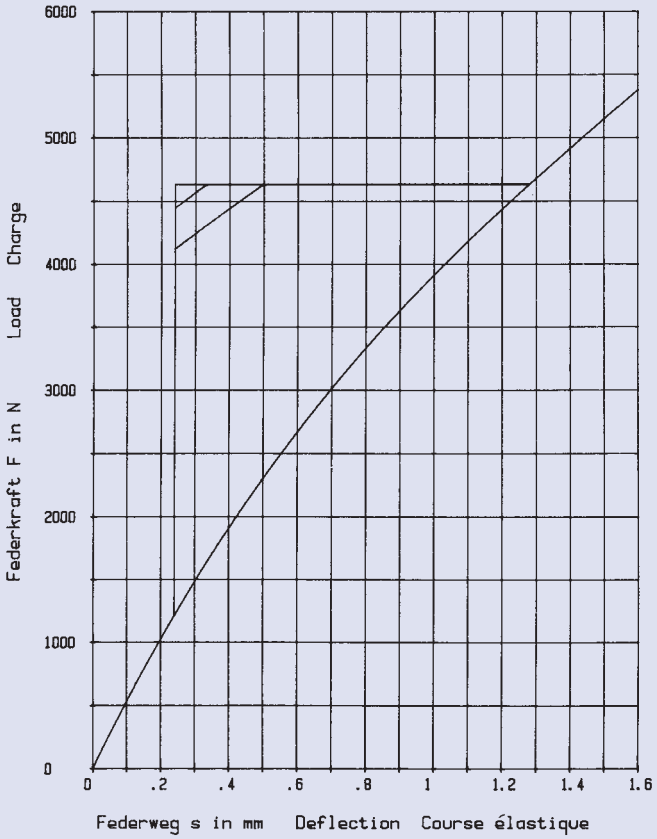
56 x 28,5 x 2,0

GR 2, DIN 2093 – B 56



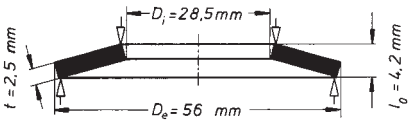
h_0 = 1,6 mm	D_e/D_i = 1,964
t = 2,0 mm	D_e/t = 28
h_0/t = 0,8	m = 28,653 g



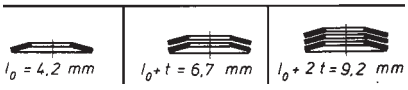


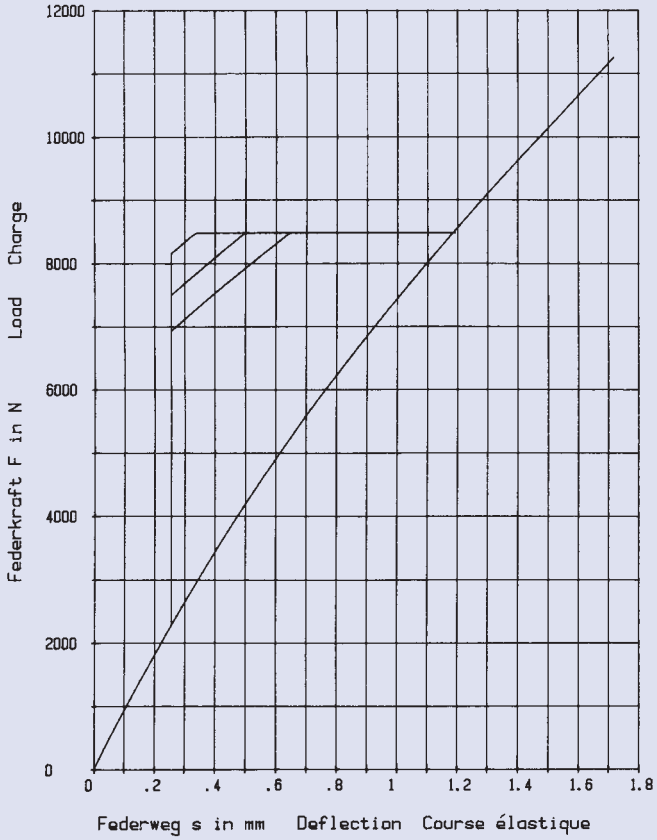
56 x 28,5 x 2,5

GR 2



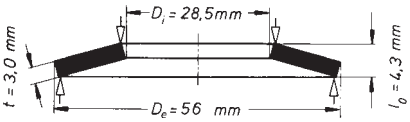
h_0 = 1,7 mm	D_e/D_i = 1,964
t = 2,5 mm	D_e/t = 22,4
h_0/t = 0,68	m = 35,816 g



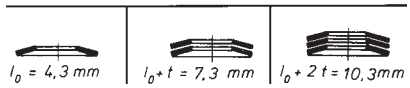


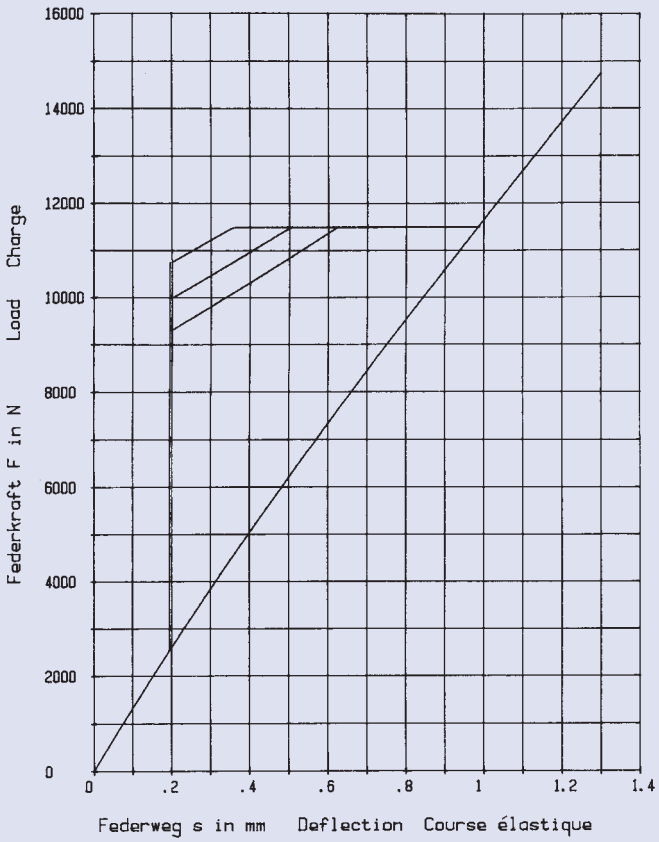
56 x 28,5 x 3,0

GR 2, DIN 2093 – A 56



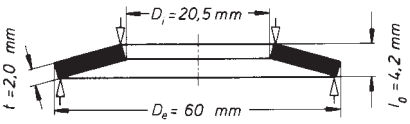
h_0 = 1,3 mm	D_e/D_i = 1,964
t = 3,0 mm	D_e/t = 18,666
h_0/t = 0,433	m = 42,979 g



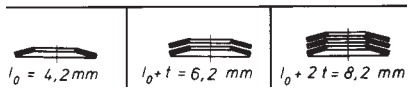


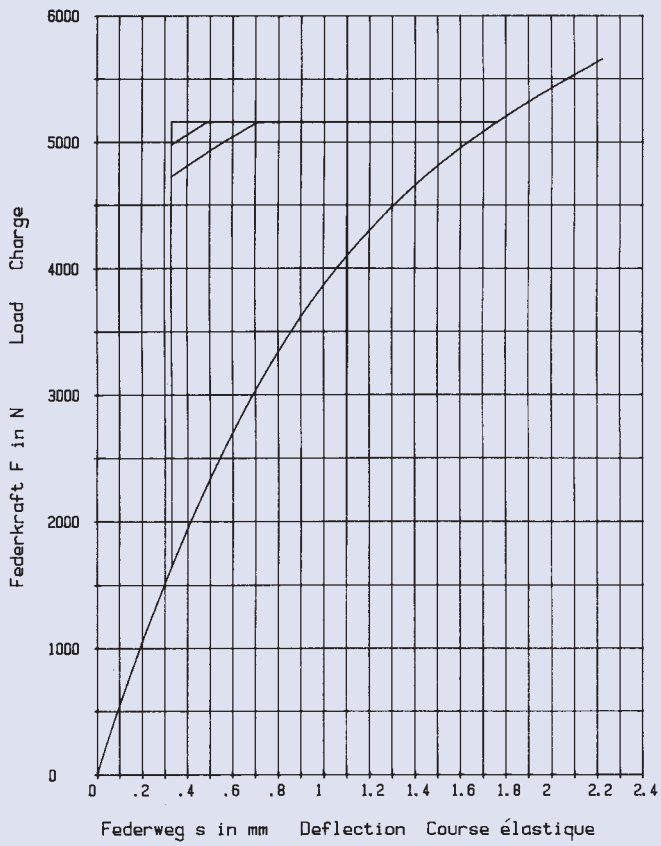
60 x 20,5 x 2,0

GR 2



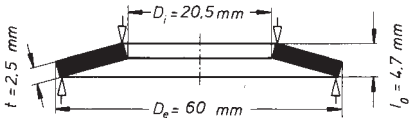
h_0 = 2,2 mm	D_e/D_i = 2,926
t = 2,0 mm	D_e/t = 30
h_0/t = 1,1	m = 39,208 g



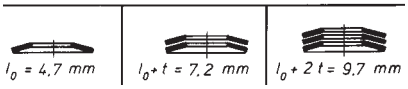


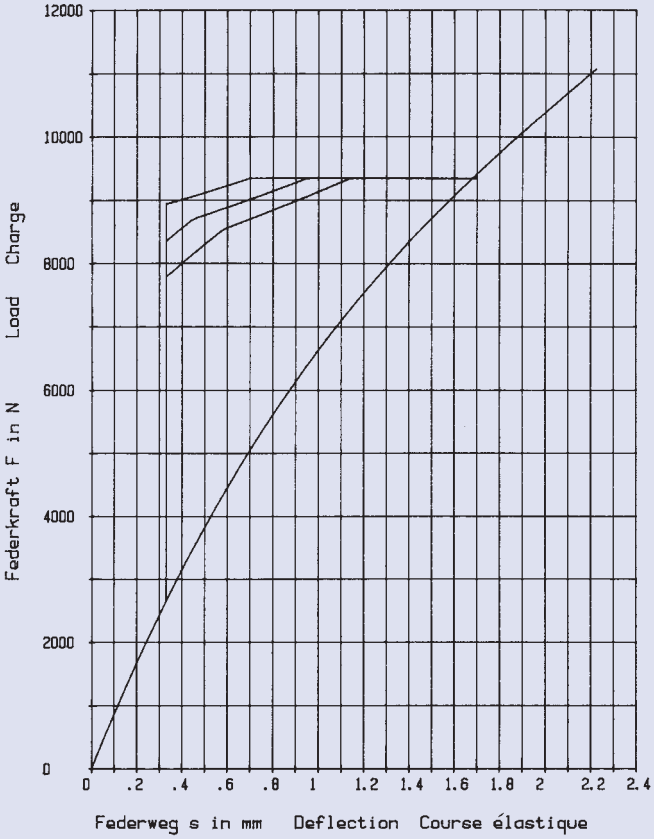
60 x 20,5 x 2,5

GR 2



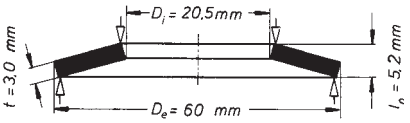
h_0 = 2,2 mm
D_e / D_i = 2,926
t = 2,5 mm
D_e / t = 24
h_0 / t = 0,88
m = 49,0 g



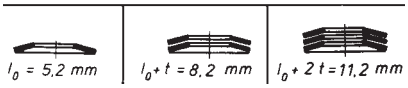


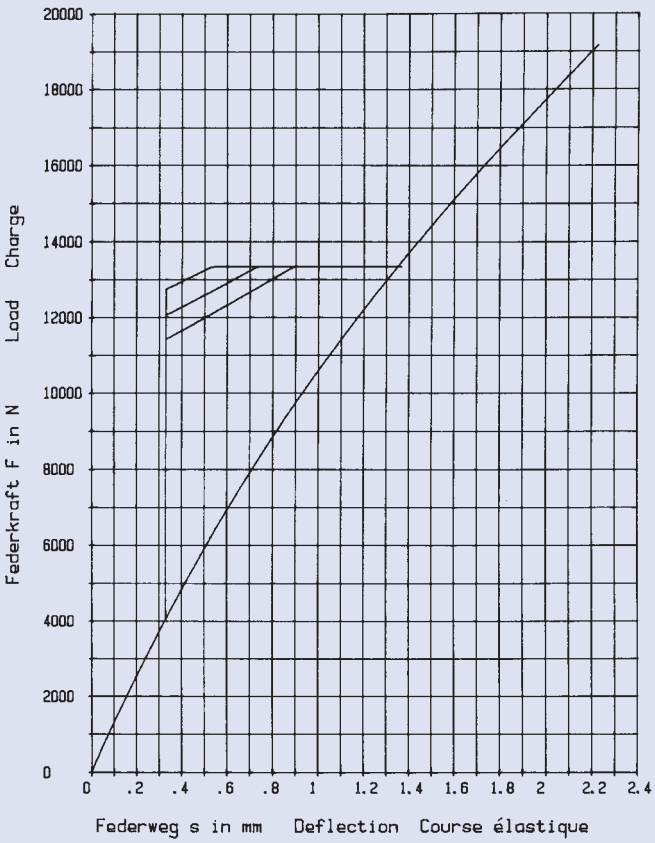
60 x 20,5 x 3,0

GR 2

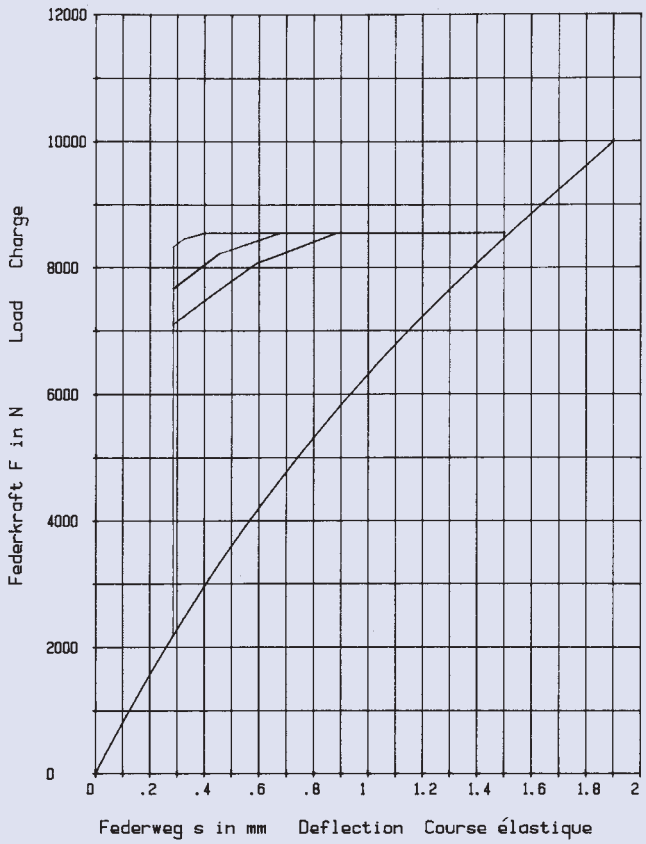


h_0 = 2,2 mm
D_e / D_i = 2,926
t = 3,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,733
m = 58,811 g

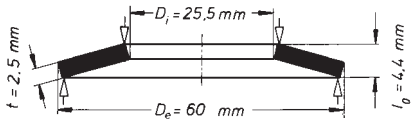




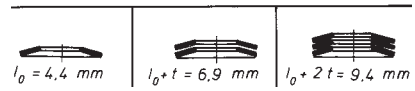
60 x 25,5 x 2,5



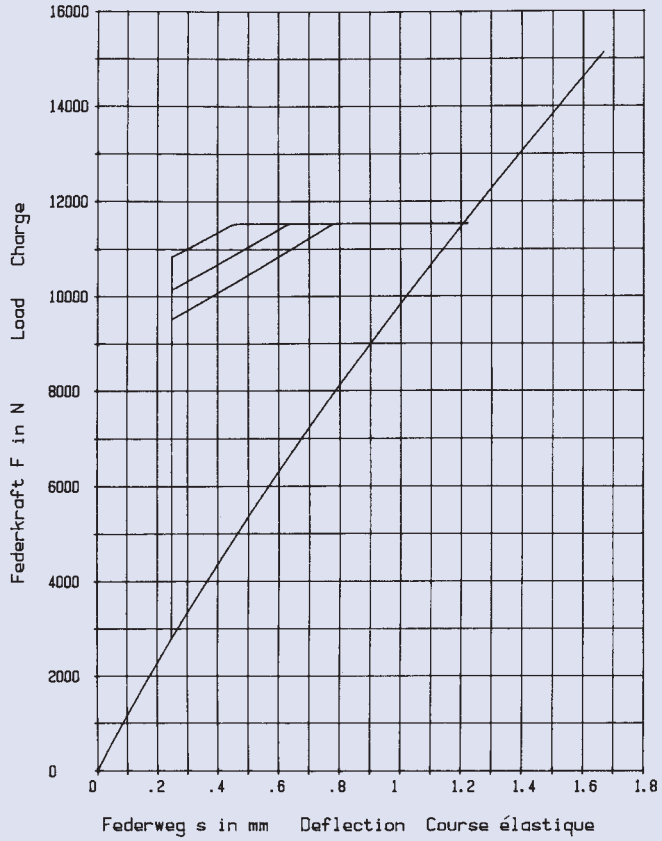
GR 2



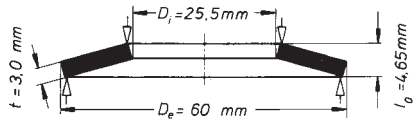
h_0 = 1,9 mm	D_e / D_i = 2,352
t = 2,5 mm	D_e / t = 24
h_0 / t = 0,76	m = 45,464 g



60 x 25,5 x 3,0



GR 2



h_0 = 1,65 mm	D_e / D_i = 2,352
t = 3,0 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55	m = 54,557 g

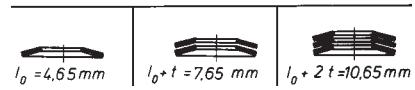
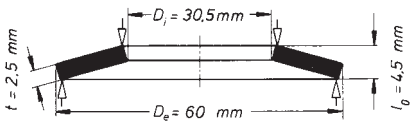


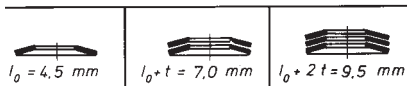
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

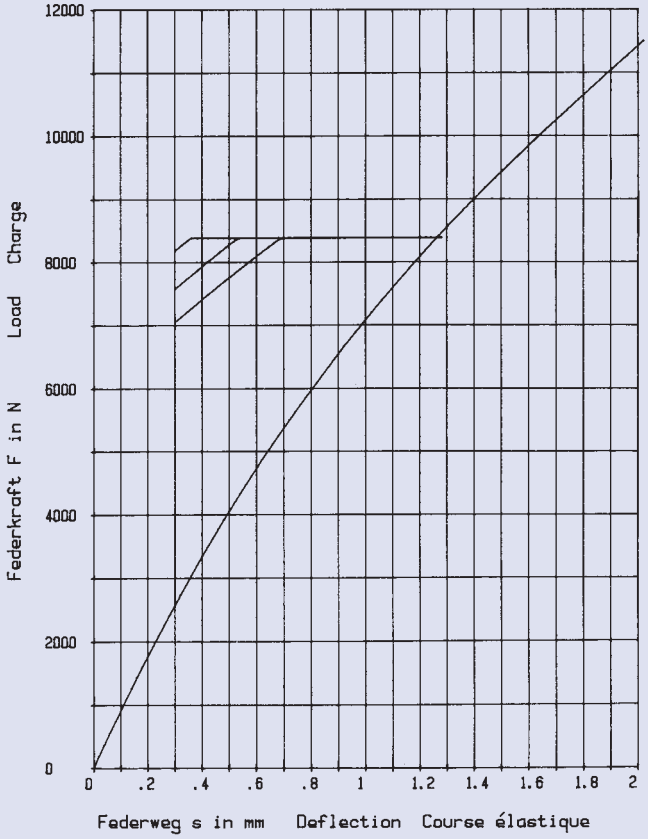
60 x 30,5 x 2,5

GR 2



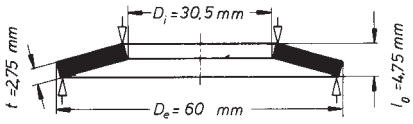
h_0 = 2,0 mm
D_e / D_i = 1,967
t = 2,5 mm
D_e / t = 24
h_0 / t = 0,8
m = 41,149 g



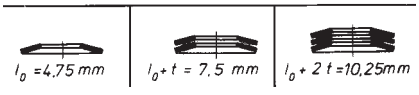


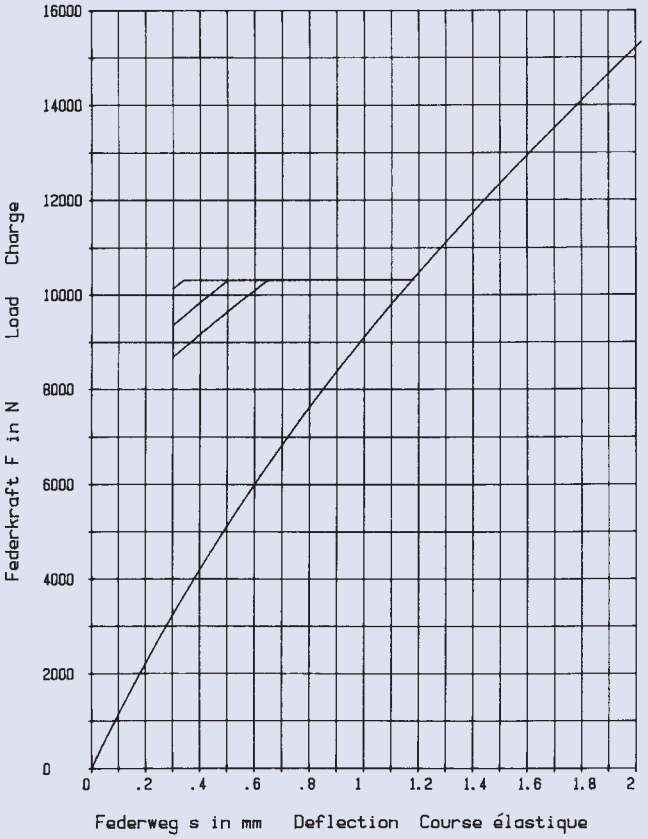
60 x 30,5 x 2,75

GR 2



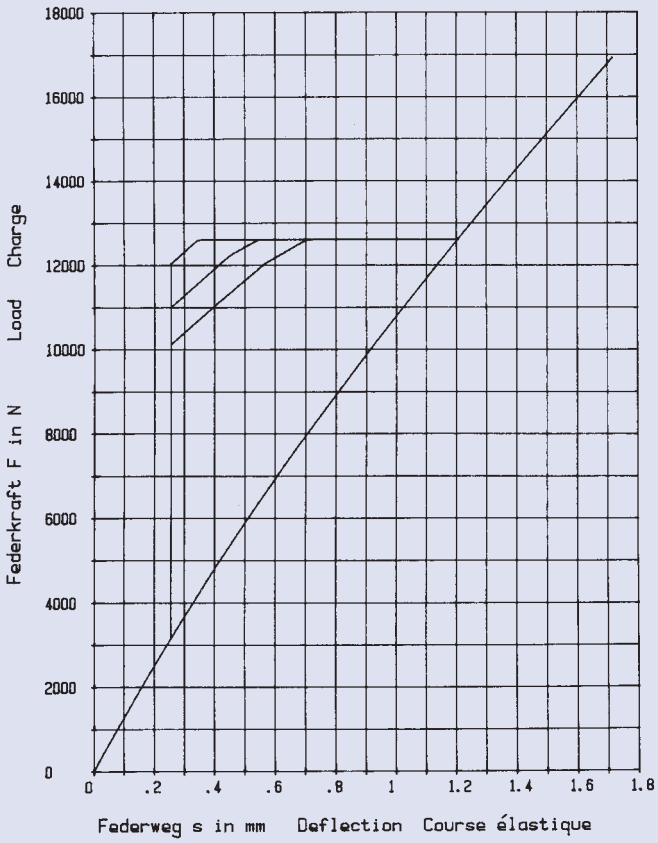
h_0 = 2,0 mm
D_e / D_i = 1,967
t = 2,75 mm
D_e / t = 21,818
h_0 / t = 0,727
m = 45,264 g

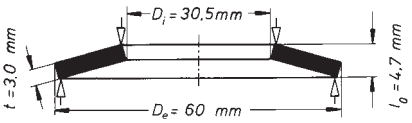




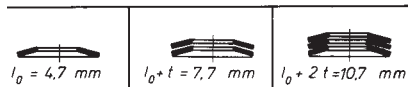
60 x 30,5 x 3,0

GR 2



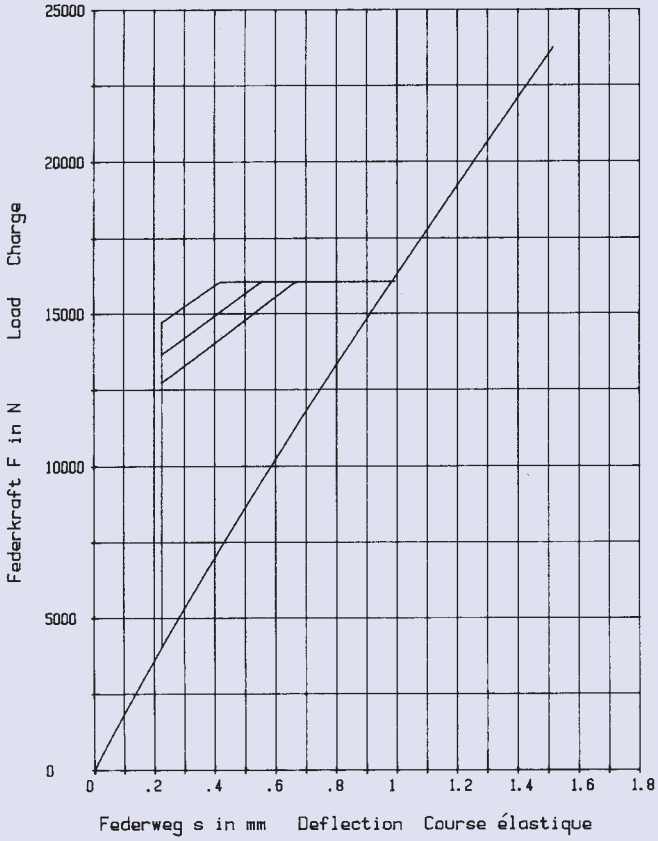


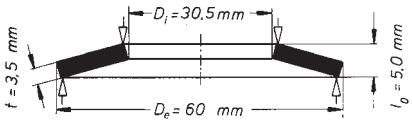
h_0 = 1,7 mm
D_e/D_i = 1,967
t = 3,0 mm
D_e/t = 20
h_0/t = 0,566
m = 49,379 g



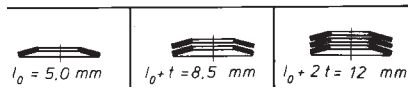
60 x 30,5 x 3,5

GR 2



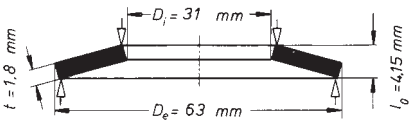


h_0 = 1,5 mm
D_e/D_i = 1,967
t = 3,5 mm
D_e/t = 17,142
h_0/t = 0,428
m = 57,608 g

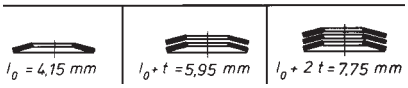


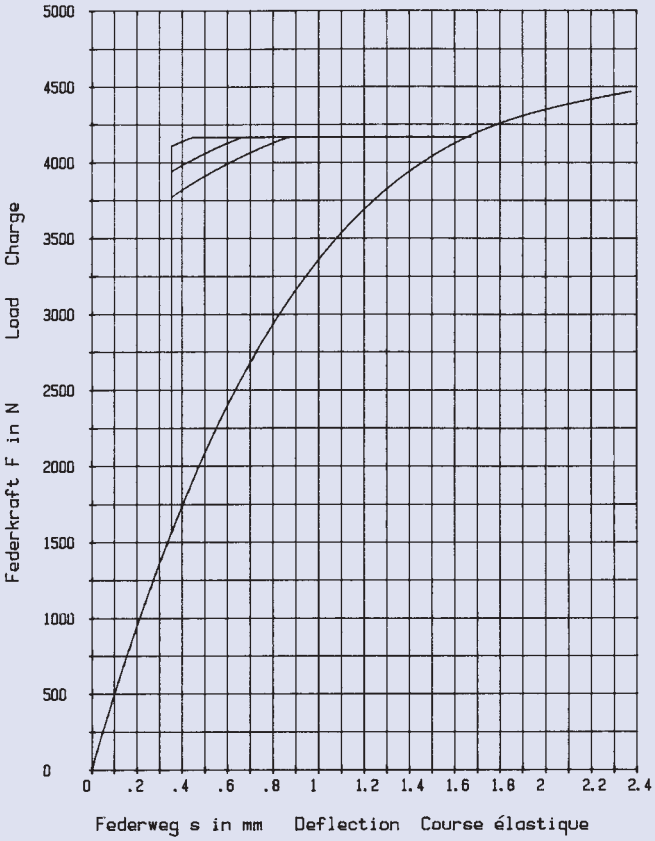
63 x 31 x 1,8

GR 2, DIN 2093 – C 63



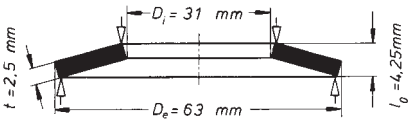
h_0 = 2,35mm
D_e / D_i = 2,032
t = 1,8 mm
D_e / t = 35
h_0 / t = 1,305
m = 33,381 g



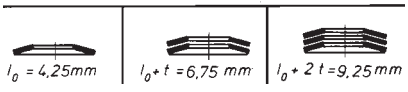


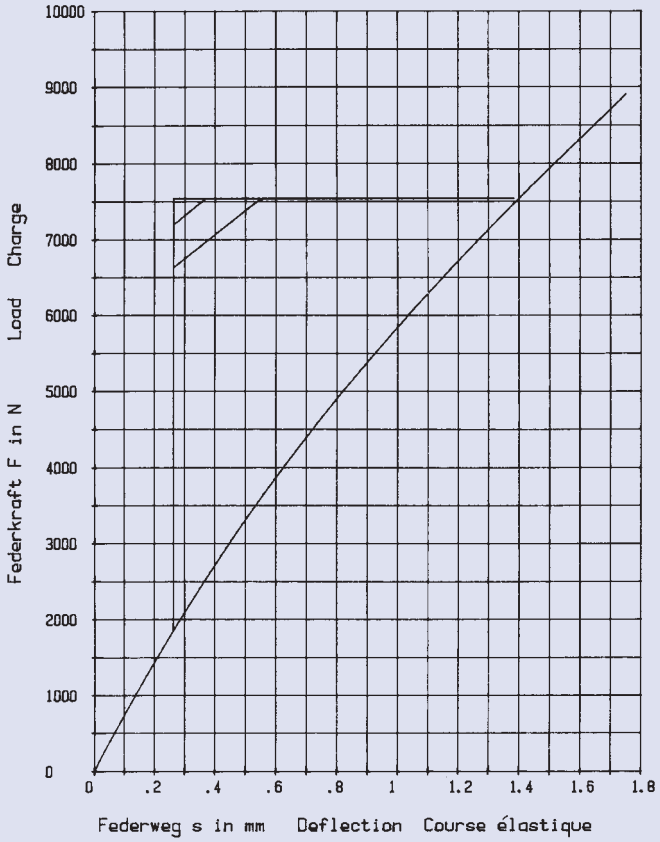
63 x 31 x 2,5

GR 2, DIN 2093 – B 63

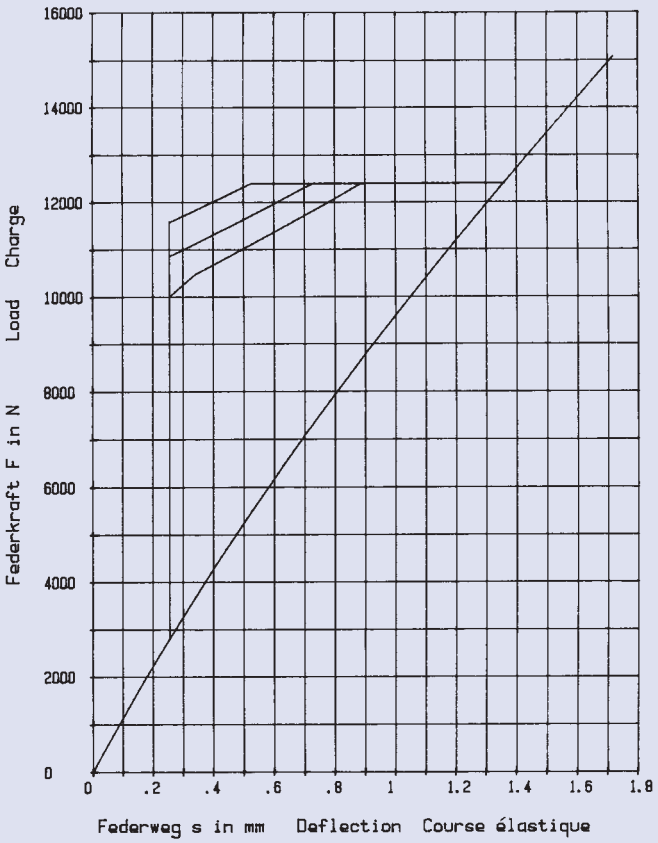


h_0 = 1,75mm
D_e / D_i = 2,032
t = 2,5 mm
D_e / t = 25,2
h_0 / t = 0,7
m = 46,362 g

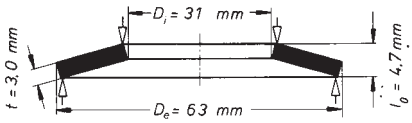




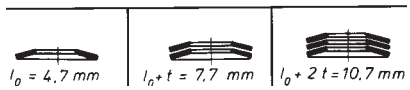
63 x 31 x 3,0



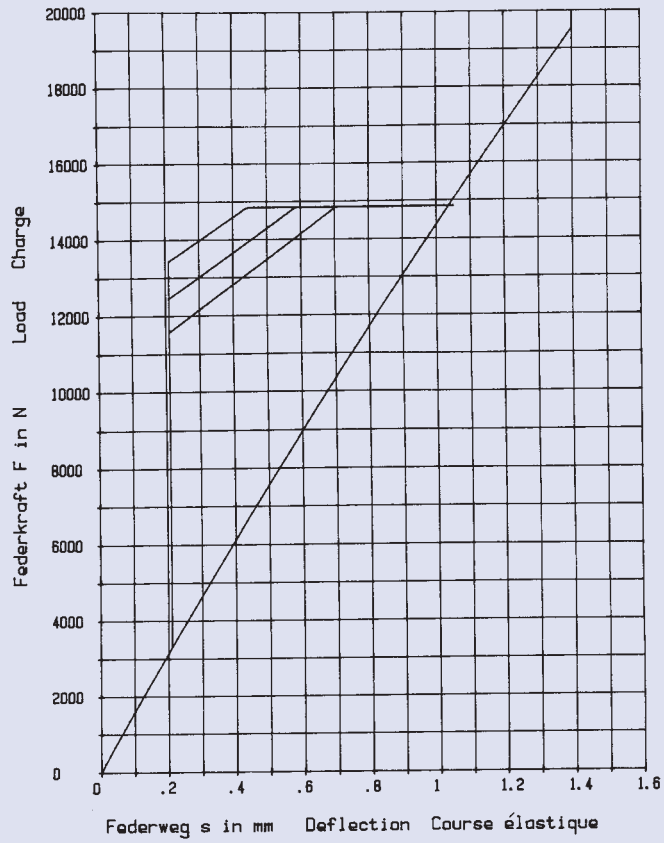
GR 2



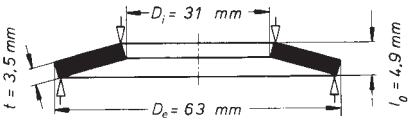
h_0 = 1,7 mm
t = 3,0 mm
h_0/t = 0,566
D_e/D_i = 2,032
D_e/t = 21
m = 55,635 g



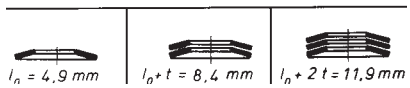
63 x 31 x 3,5



GR 2, DIN 2093 – A 63

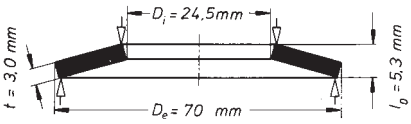


h_0 = 1,4 mm
t = 3,5 mm
h_0/t = 0,4
D_e/D_i = 2,032
D_e/t = 18
m = 64,907 g

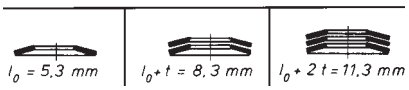


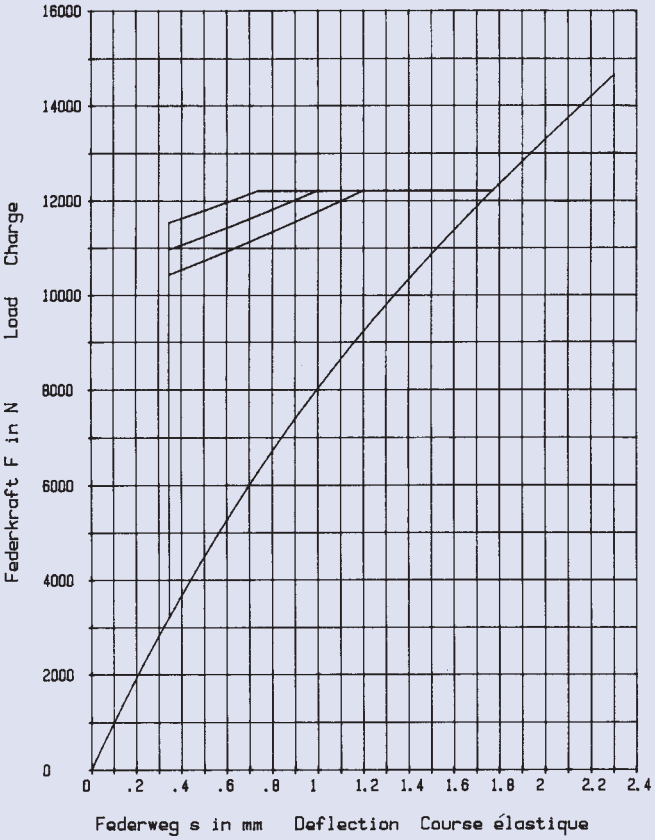
70 x 24,5 x 3,0

GR 2



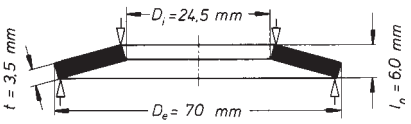
h_0 = 2,3 mm
D_e / D_i = 2,857
t = 3,0 mm
D_e / t = 23,333
h_0 / t = 0,766
m = 79,526 g



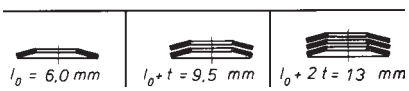


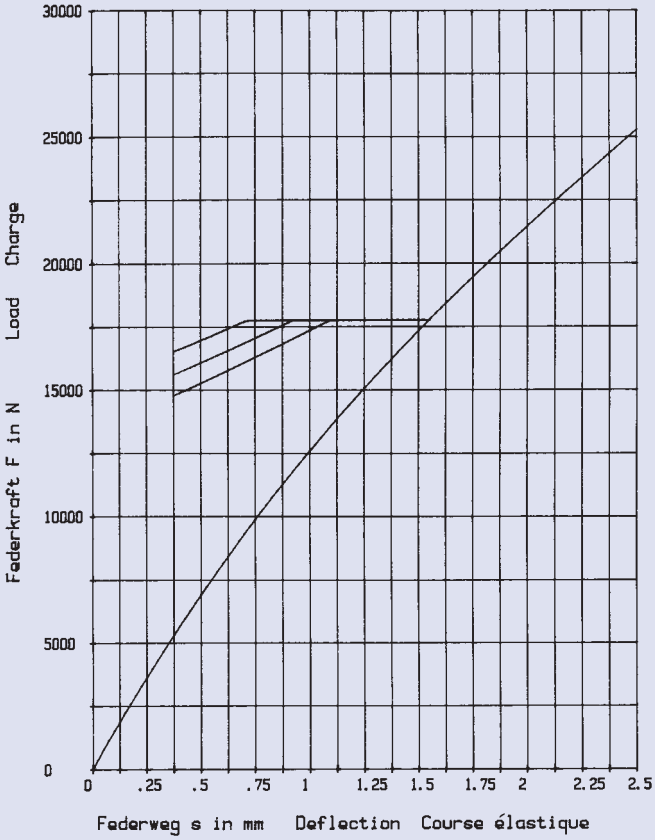
70 x 24,5 x 3,5

GR 2

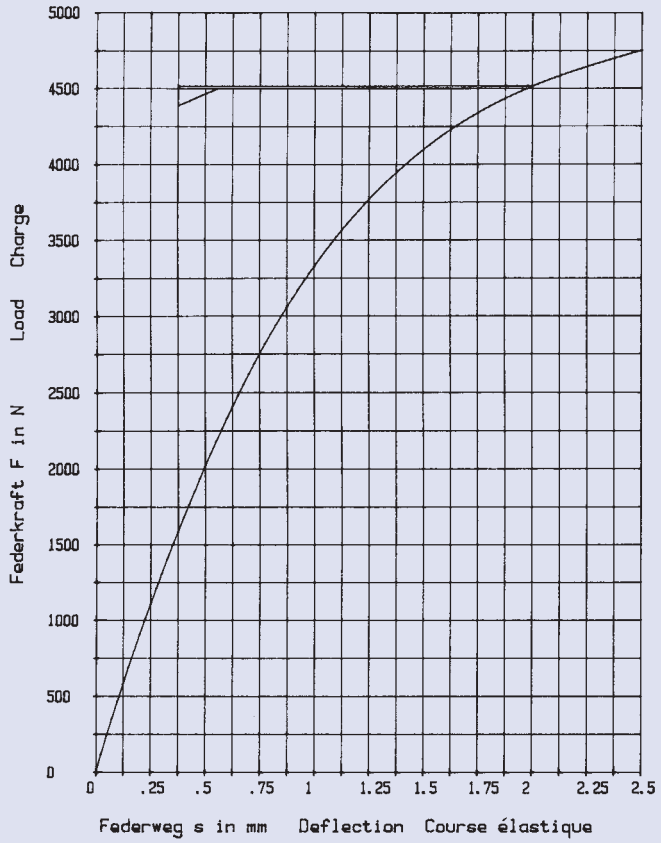


h_0 = 2,5 mm
D_e / D_i = 2,857
t = 3,5 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,714
m = 92,781 g

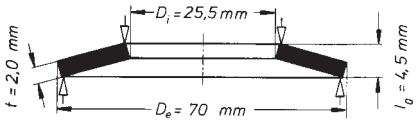




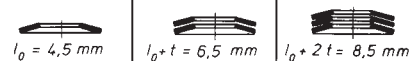
70 x 25,5 x 2,0



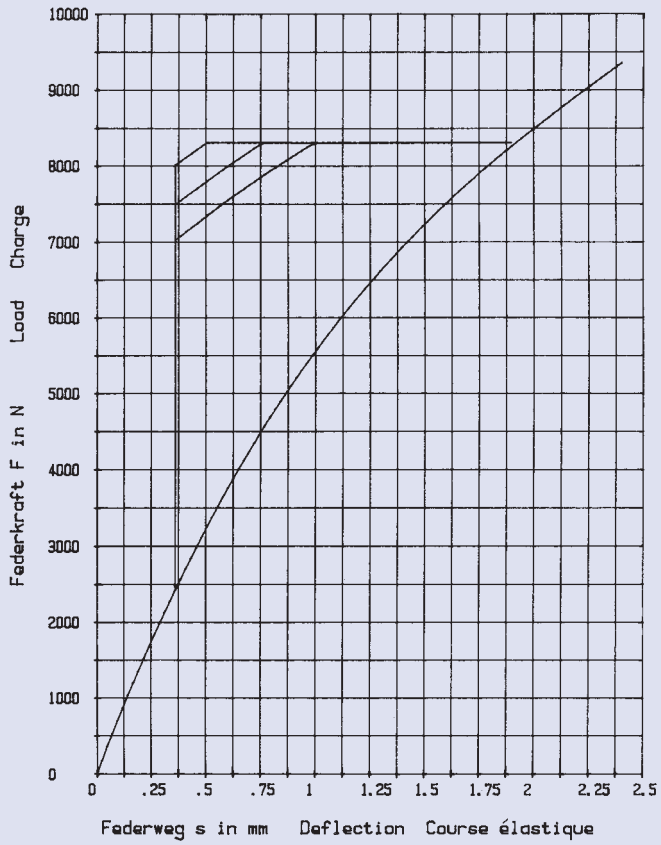
GR 2



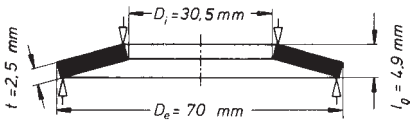
h_0 = 2,5 mm	D_e / D_i = 2,745
t = 2,0 mm	D_e / t = 35
h_0 / t = 1,25	m = 52,401 g



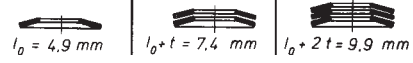
70 x 30,5 x 2,5



GR 2

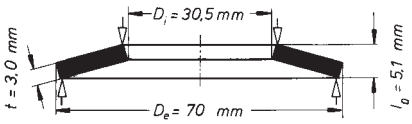


h_0 = 2,4 mm	D_e / D_i = 2,295
t = 2,5 mm	D_e / t = 28
h_0 / t = 0,96	m = 61,186 g



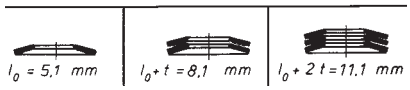
70 x 30,5 x 3,0

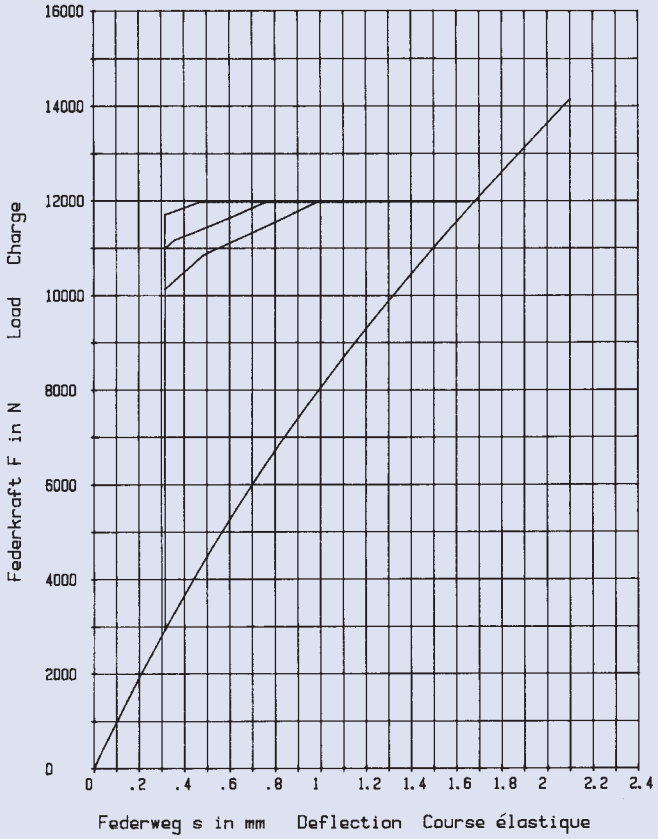
GR 2



h_0 = 2,1 mm
t = 3,0 mm
h_0/t = 0,7

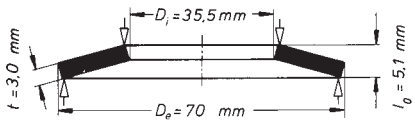
D_e/D_i = 2,295
D_e/t = 23,333
m = 73,423 g





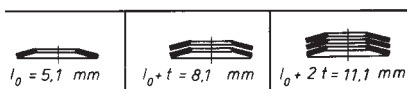
70 x 35,5 x 3,0

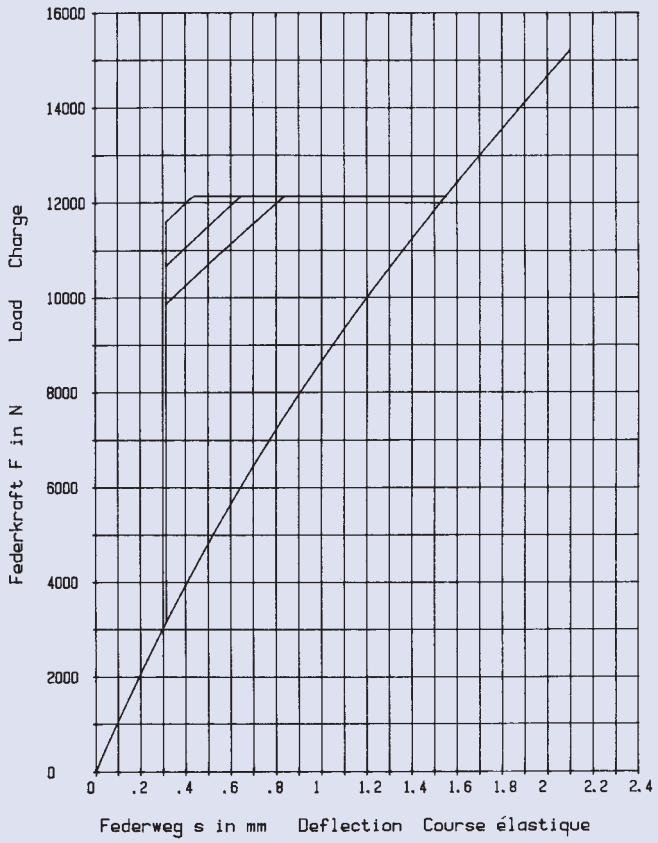
GR 2



h_0 = 2,1 mm
t = 3,0 mm
h_0/t = 0,7

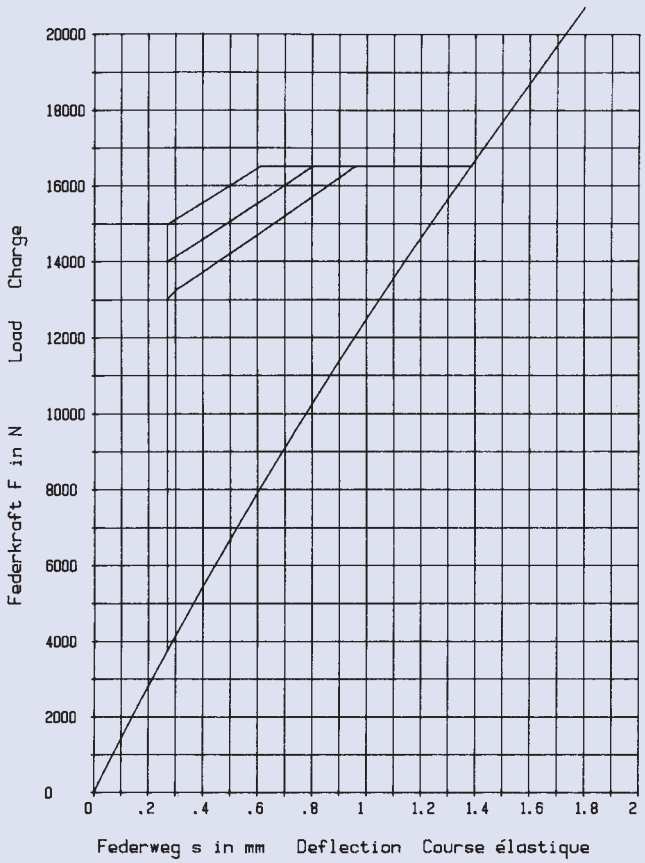
D_e/D_i = 1,971
D_e/t = 23,333
m = 67,319 g

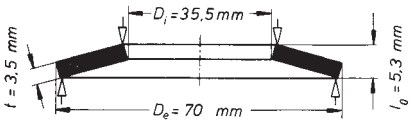




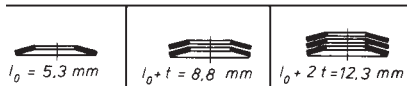
70 x 35,5 x 3,5

GR 2



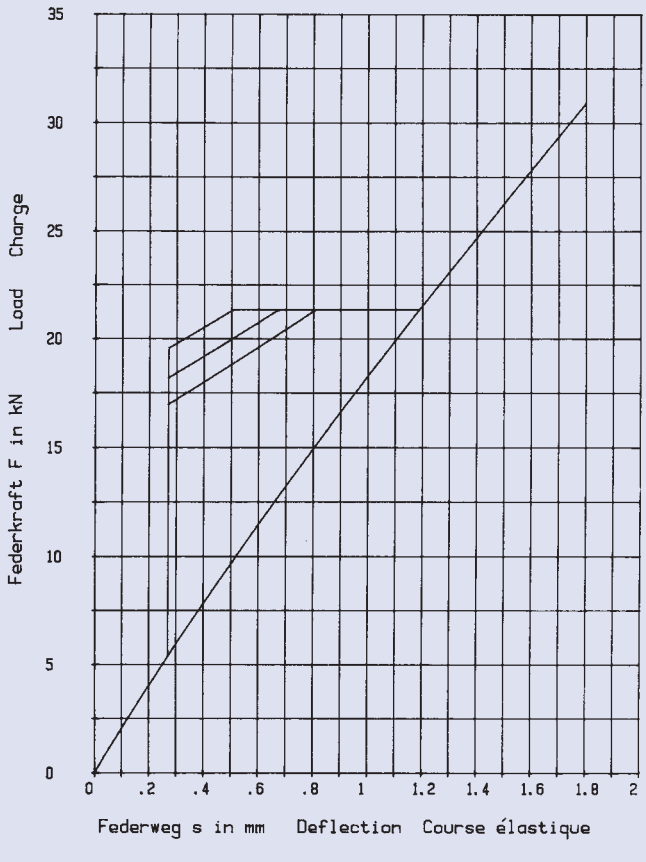


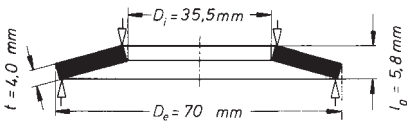
h_0 = 1,8 mm
D_e / D_i = 1,971
t = 3,5 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,514
m = 78,539 g



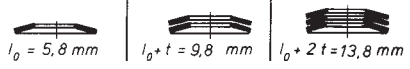
70 x 35,5 x 4,0

GR 2



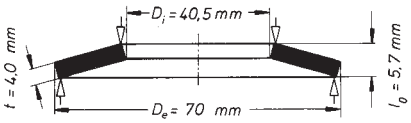


h_0 = 1,8 mm
D_e / D_i = 1,971
t = 4,0 mm
D_e / t = 17,5
h_0 / t = 0,45
m = 89,759 g

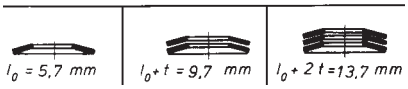


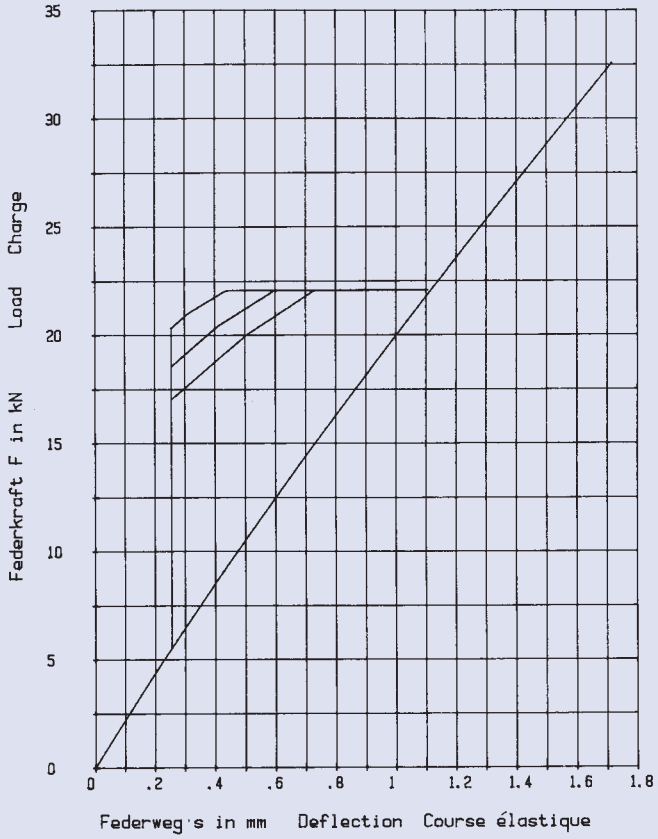
70 x 40,5 x 4,0

GR 2



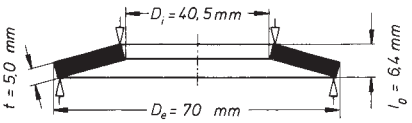
h_0 = 1,7 mm
D_e/D_i = 1,728
t = 4,0 mm
D_e/t = 17,5
h_0/t = 0,425
m = 80,388 g



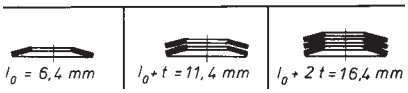


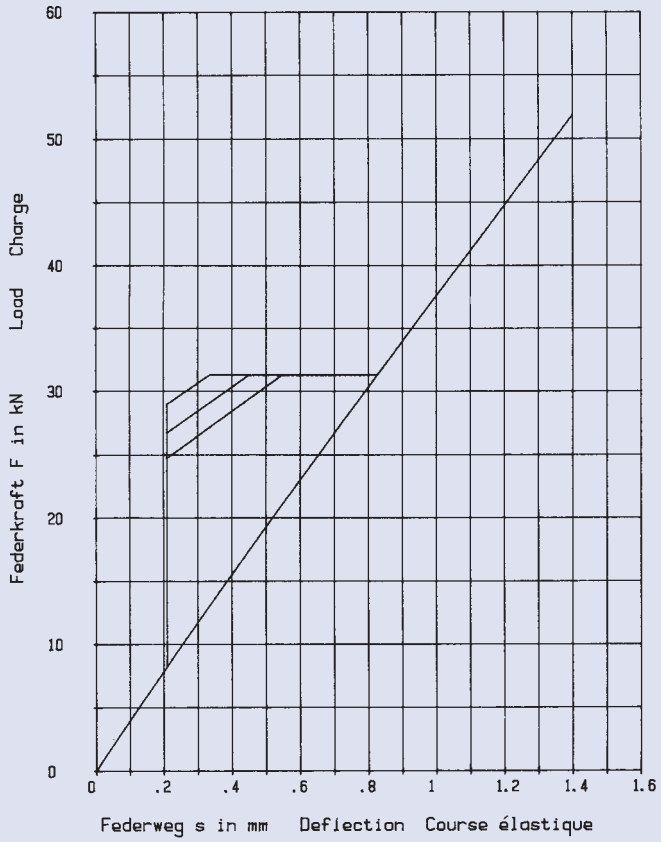
70 x 40,5 x 5,0

GR 2



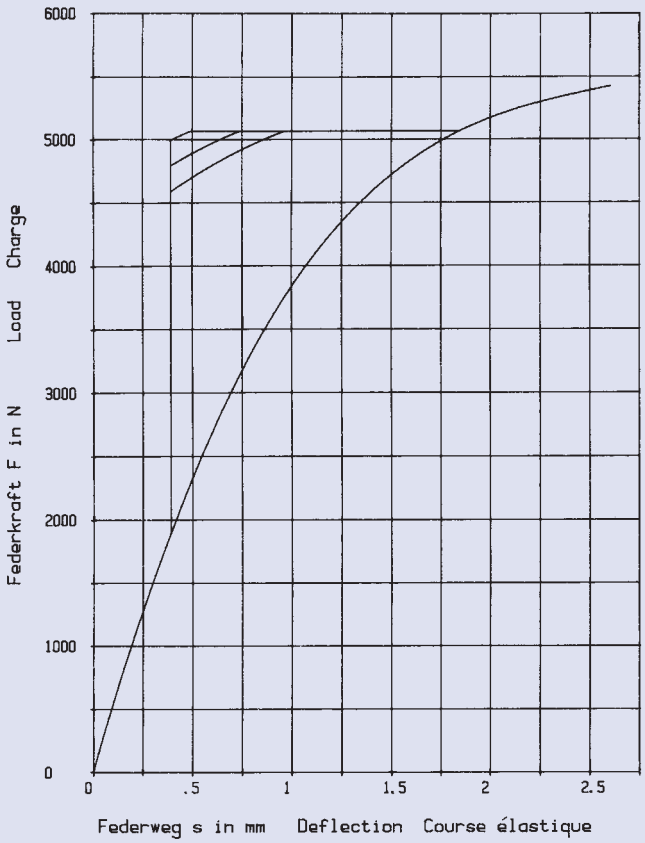
h_0 = 1,4 mm
D_e/D_i = 1,728
t = 5,0 mm
D_e/t = 14
h_0/t = 0,28
m = 100,485 g

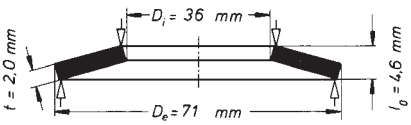




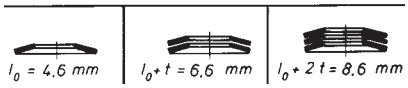
71 x 36 x 2,0

GR 2, DIN 2093 – C 71



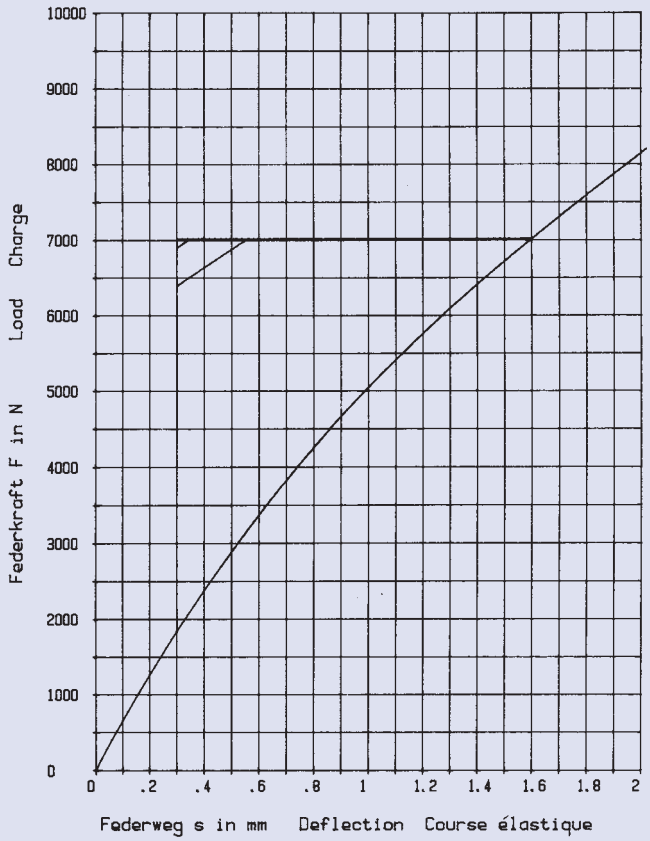


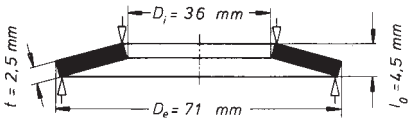
h_0 = 2,6 mm	D_e/D_i = 1,972
t = 2,0 mm	D_e/t = 35,5
h_0/t = 1,3	m = 46,177 g



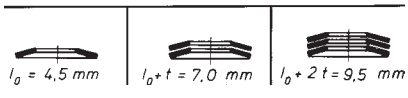
71 x 36 x 2,5

GR 2, DIN 2093 – B 71



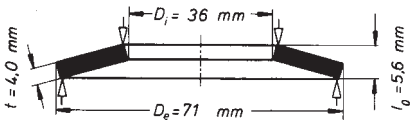


h_0 = 2,0 mm	D_e/D_i = 1,972
t = 2,5 mm	D_e/t = 28,4
h_0/t = 0,8	m = 57,722 g



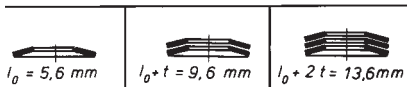
71 x 36 x 4,0

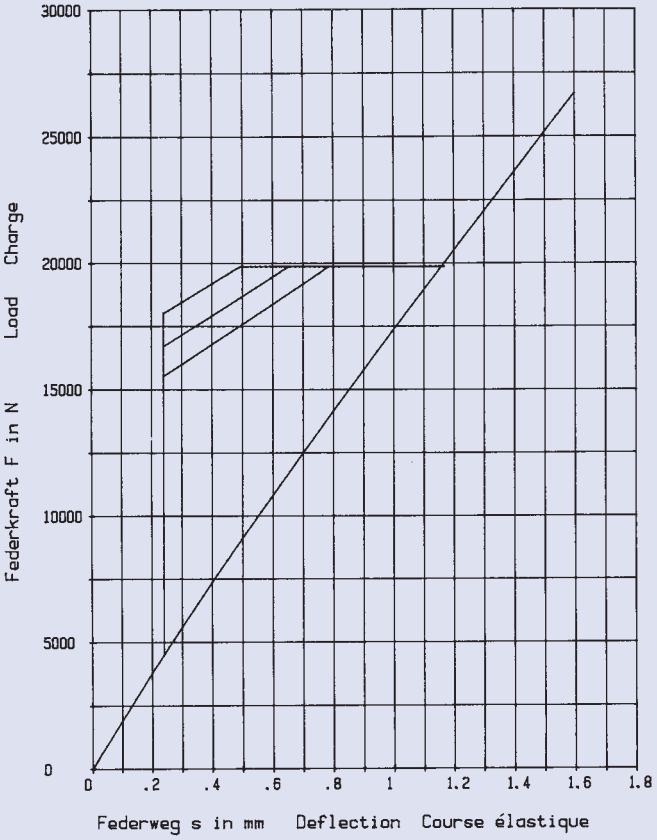
GR 2, DIN 2093 – A 71



h_0 = 1,6 mm
t = 4,0 mm
h_0/t = 0,4

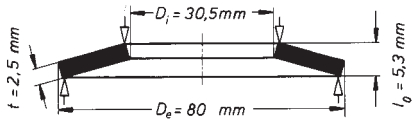
D_e/D_i = 1,972
D_e/t = 17,75
m = 92,355 g





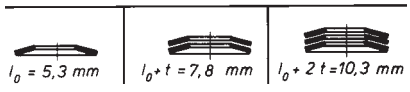
80 x 30,5 x 2,5

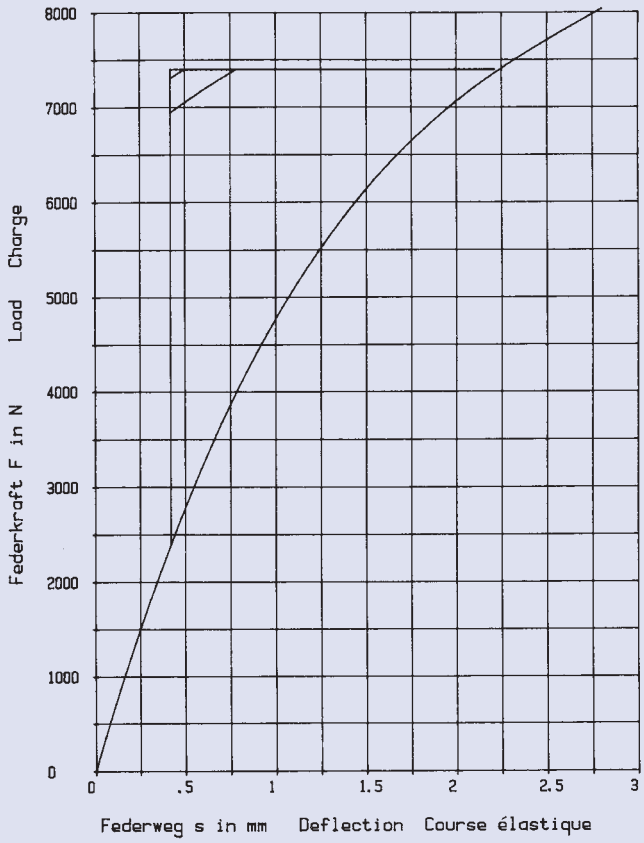
GR 2



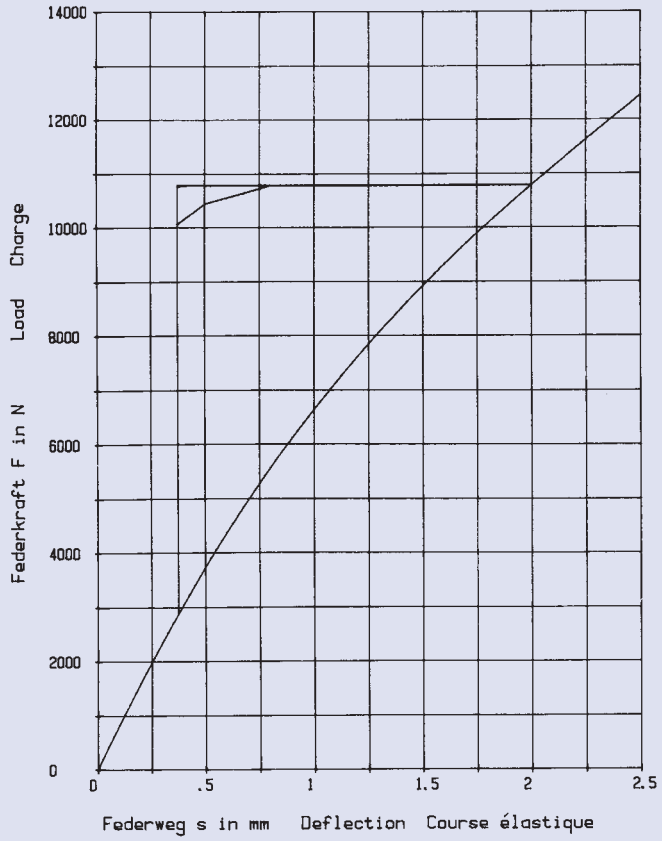
h_0 = 2,8 mm
t = 2,5 mm
h_0/t = 1,12

D_e/D_i = 2,622
D_e/t = 32
m = 84,305 g

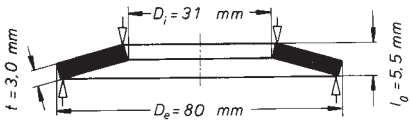




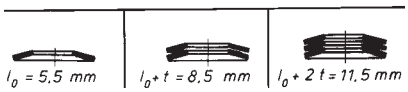
80 x 31 x 3,0



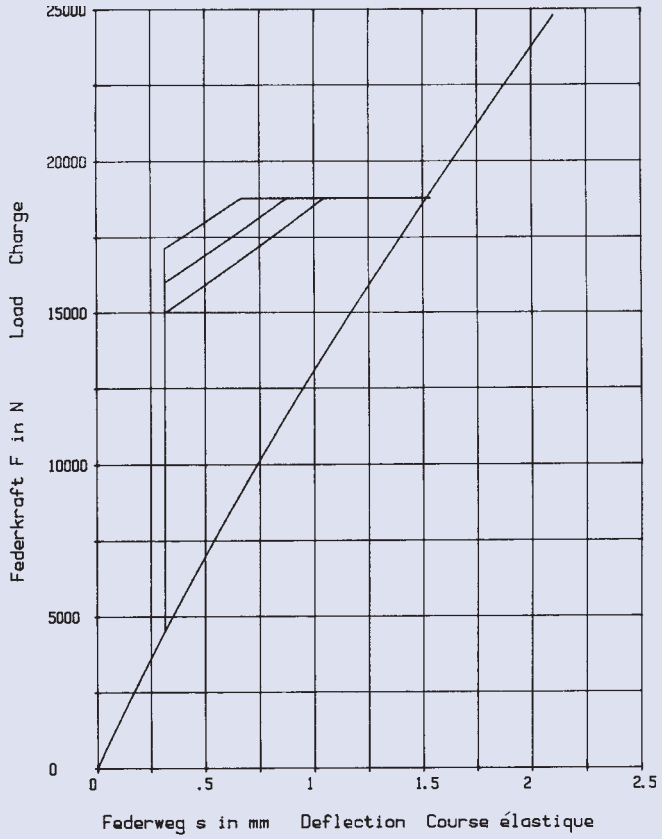
GR 2



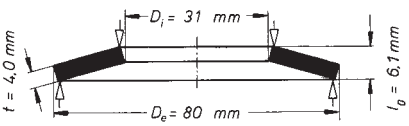
h_0 = 2,5 mm	D_e/D_i = 2,58
t = 3,0 mm	D_e/t = 26,666
h_0/t = 0,833	m = 100,60 g



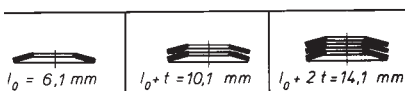
80 x 31 x 4,0



GR 2

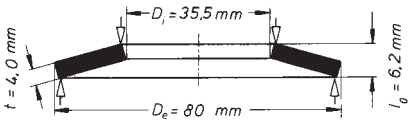


h_0 = 2,1 mm	D_e/D_i = 2,58
t = 4,0 mm	D_e/t = 20
h_0/t = 0,525	m = 134,13 g

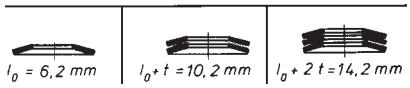


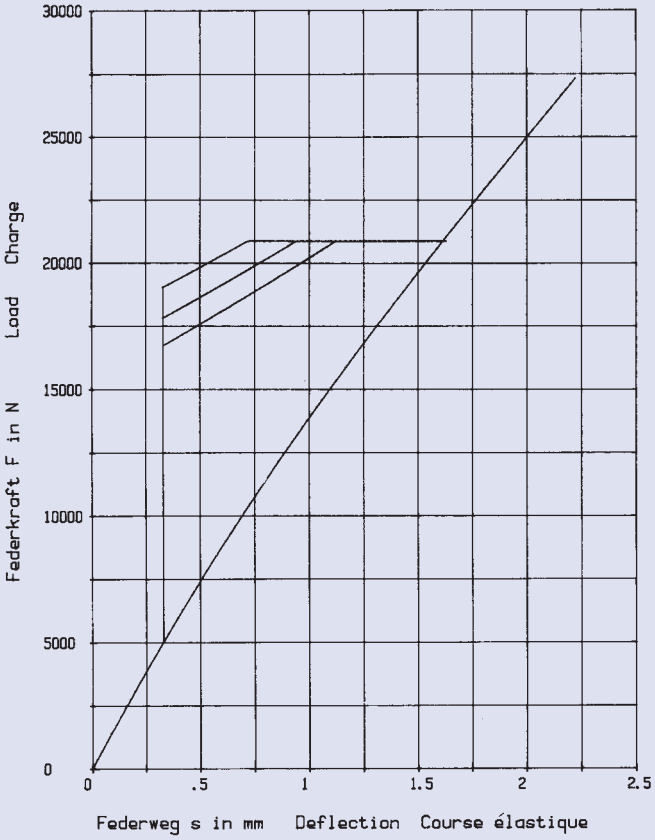
80 x 35,5 x 4,0

GR 2



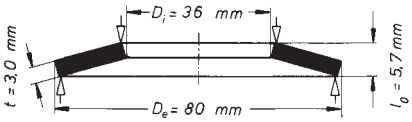
h_0 = 2,2 mm
D_e / D_i = 2,253
t = 4,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55
m = 126,75 g



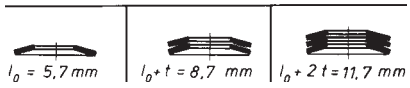


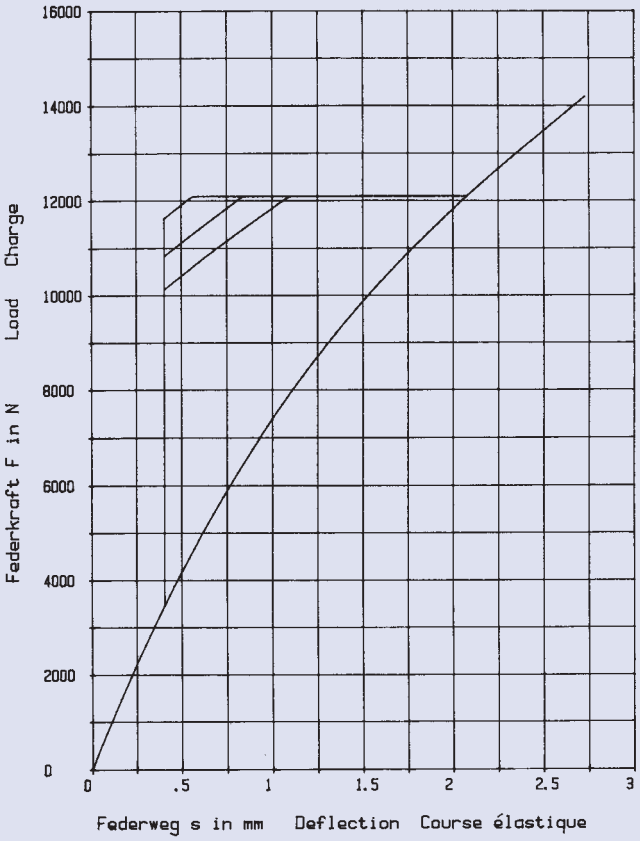
80 x 36 x 3,0

GR 2

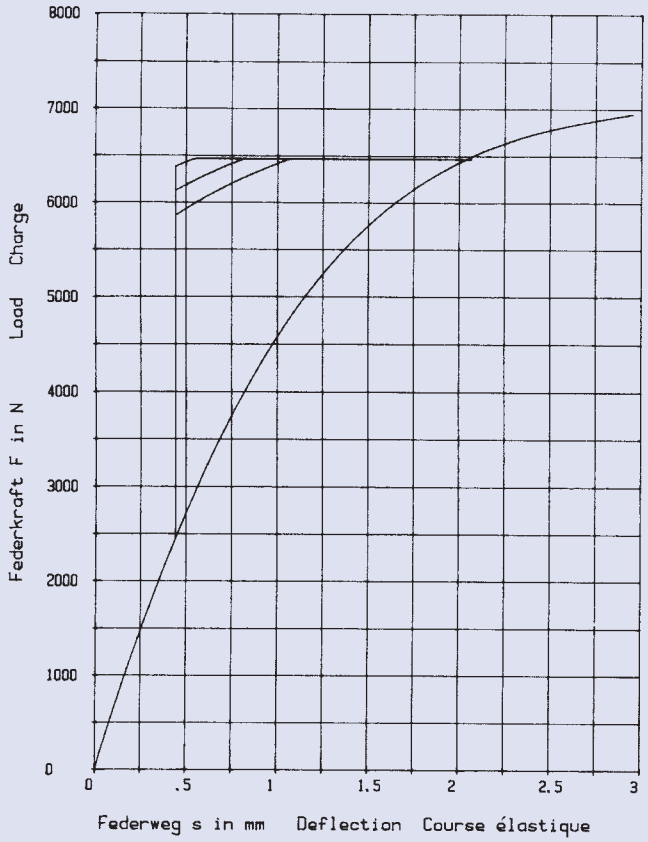


h_0 = 2,7 mm
D_e / D_i = 2,222
t = 3,0 mm
D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,9
m = 94,401 g

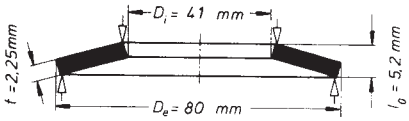




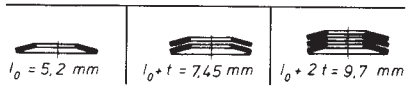
80 x 41 x 2,25



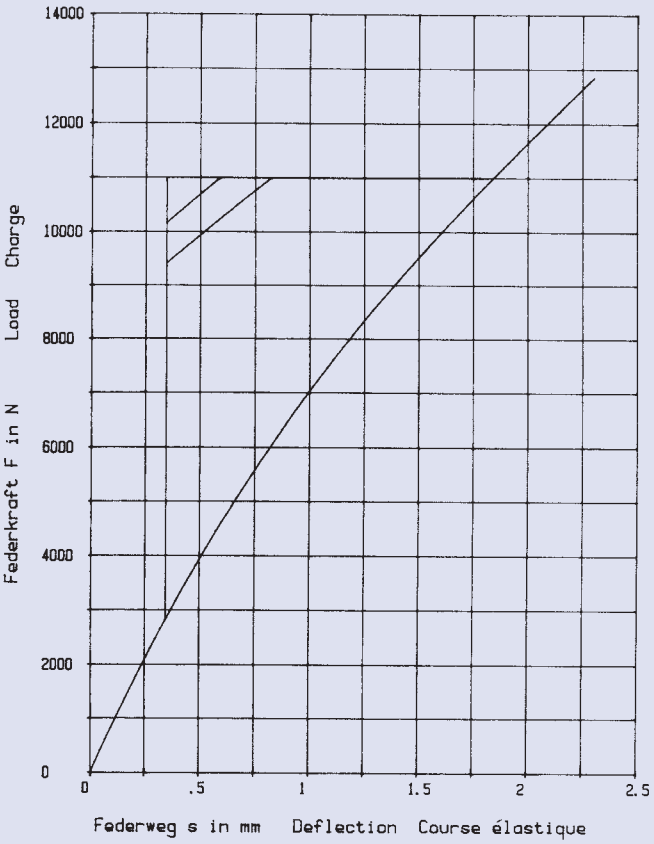
GR 2,DIN 2093 – C 80



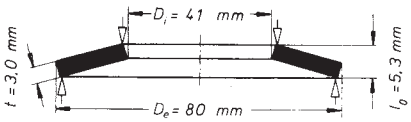
h_0 = 2,95mm	D_e / D_i = 1,951
t = 2,25mm	D_e / t = 35,555
h_0 / t = 1,311	m = 65,460 g



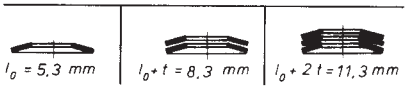
80 x 41 x 3,0



GR 2, DIN 2093 – B 80

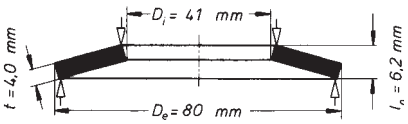


h_0 = 2,3mm	D_e / D_i = 1,951
t = 3,0 mm	D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,766	m = 87,281 g

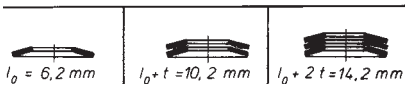


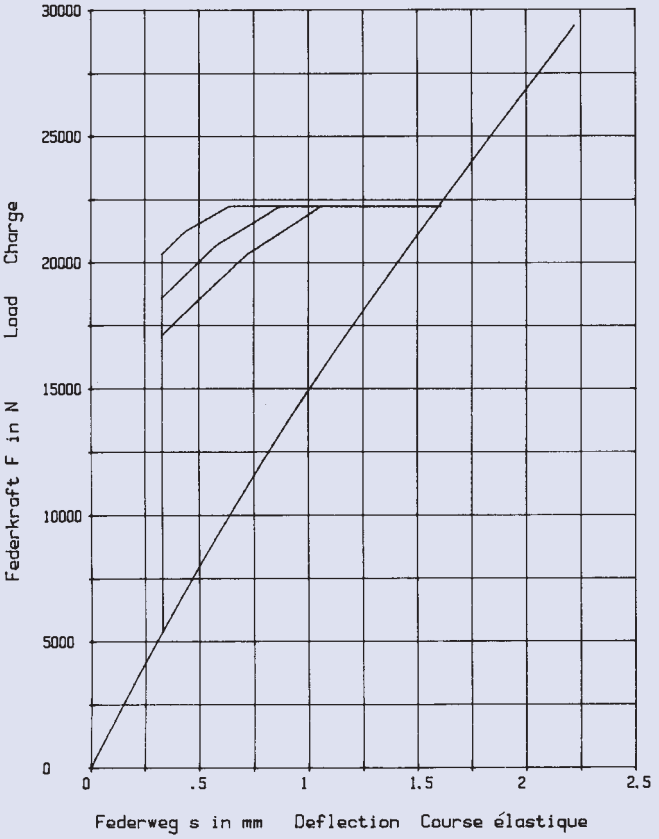
80 x 41 x 4,0

GR 2



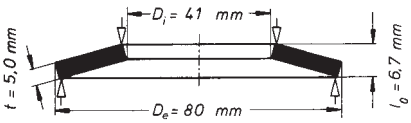
h_0 = 2,2 mm
D_e / D_i = 1,951
t = 4,0 mm
D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55
m = 116,374 g



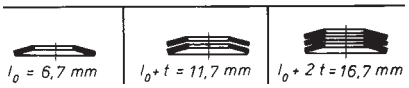


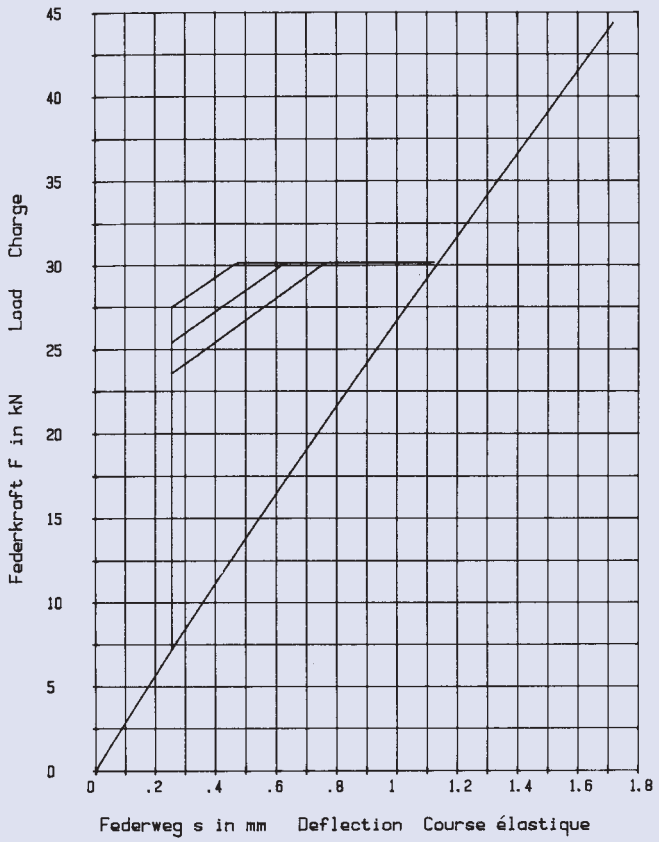
80 x 41 x 5,0

GR 2, DIN 2093 – A 80



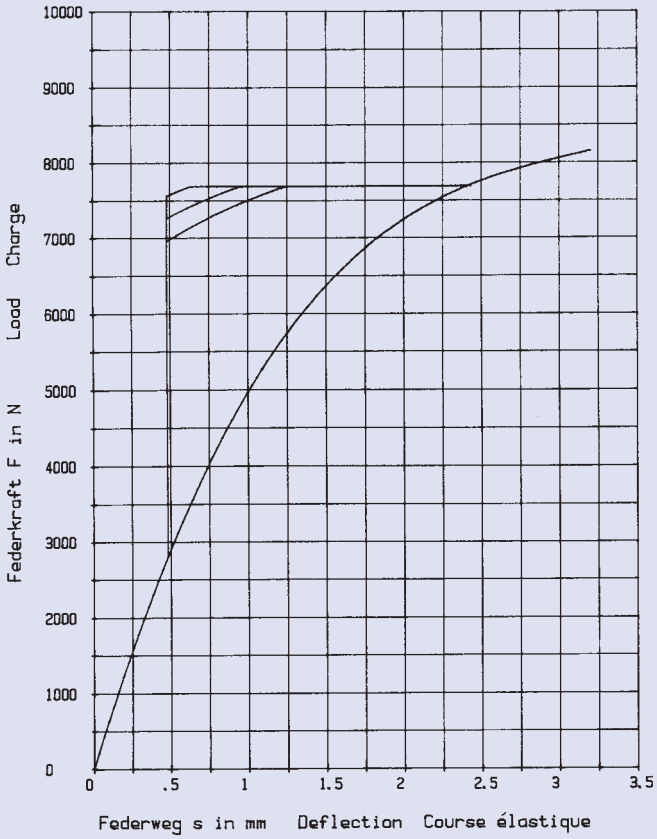
h_0 = 1,7 mm
D_e / D_i = 1,951
t = 5,0 mm
D_e / t = 16
h_0 / t = 0,34
m = 145,468 g

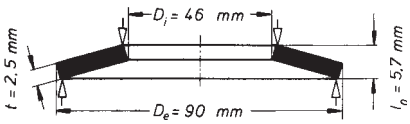




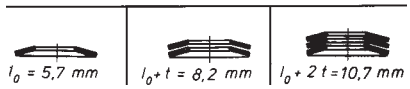
90 x 46 x 2,5

GR 2, DIN 2093 – C 90



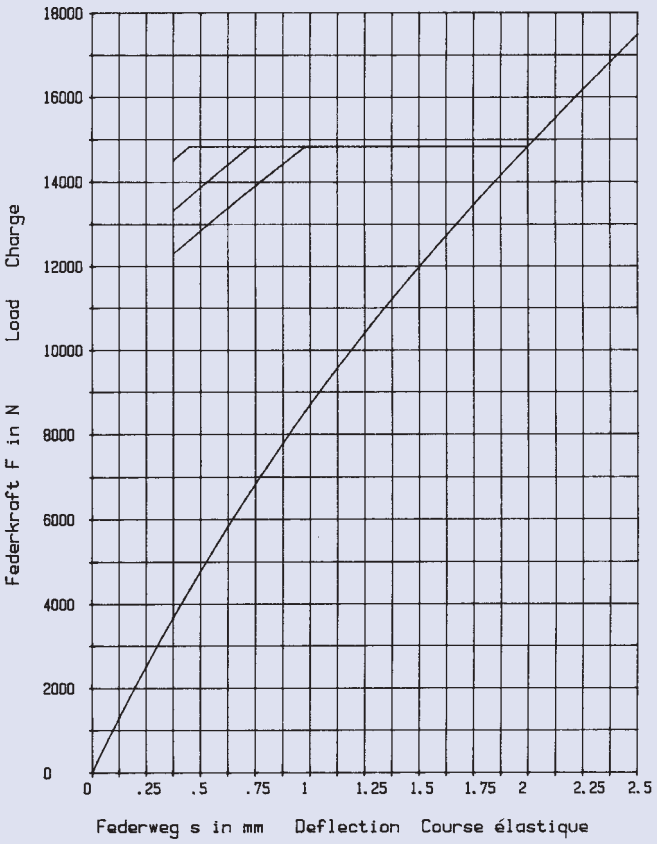


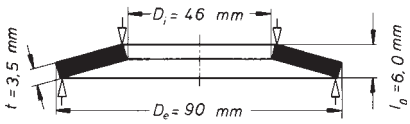
h_0 = 3,2 mm
D_e/D_i = 1,956
t = 2,5 mm
D_e/t = 36
h_0/t = 1,28
m = 92,231 g



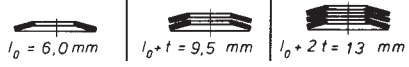
90 x 46 x 3,5

GR 2, DIN 2093 – B 90



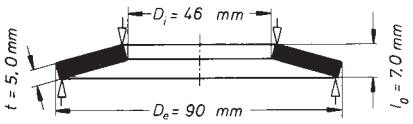


h_0 = 2,5 mm
D_e/D_i = 1,956
t = 3,5 mm
D_e/t = 25,714
h_0/t = 0,714
m = 129,124 g

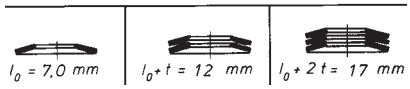


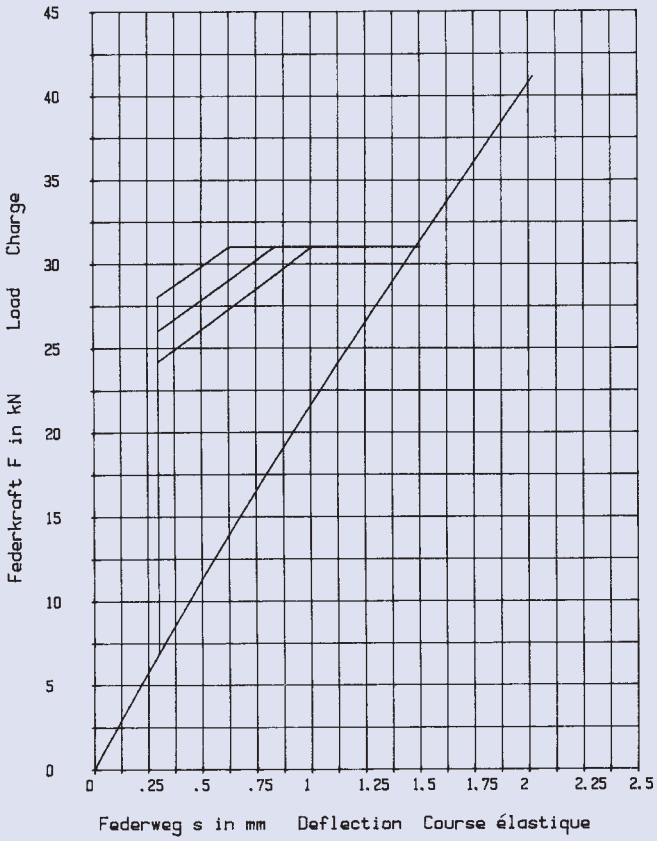
90 x 46 x 5,0

GR 2, DIN 2093 – A 90



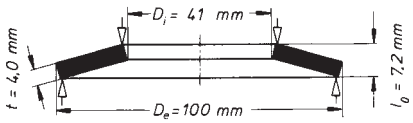
h_0 = 2,0 mm
D_e/D_i = 1,956
t = 5,0 mm
D_e/t = 18
h_0/t = 0,4
m = 184,463 g



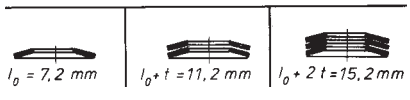


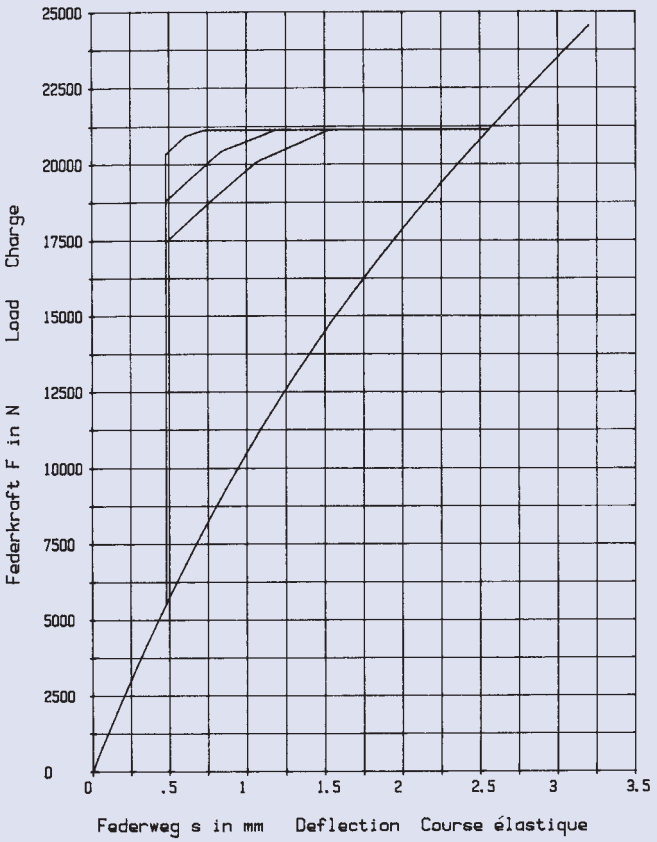
100 x 41 x 4,0

GR 2

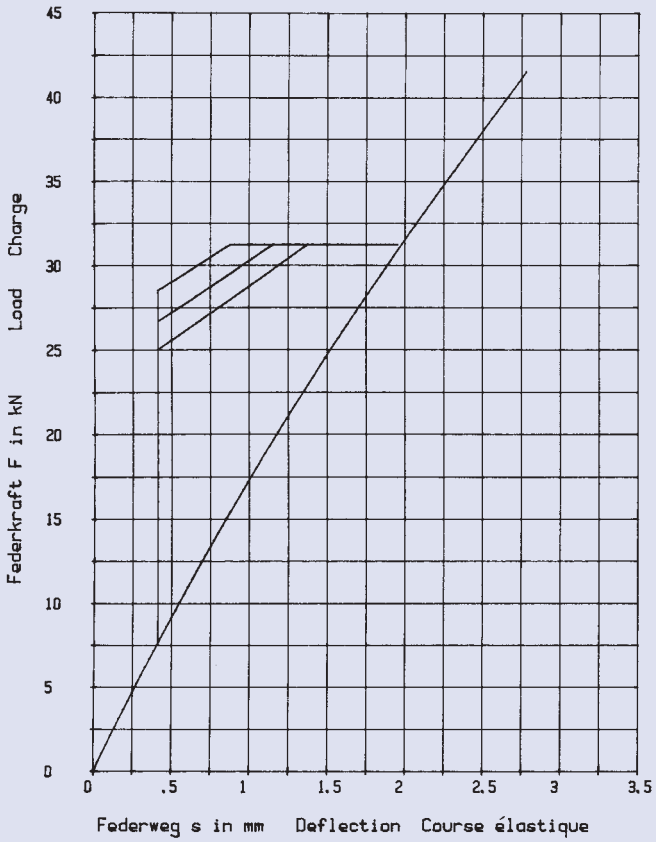


h_0 = 3,2 mm
D_e/D_i = 2,439
t = 4,0 mm
D_e/t = 25
h_0/t = 0,8
m = 205,153 g

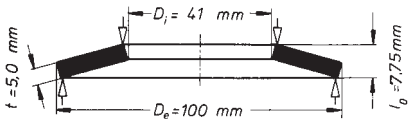




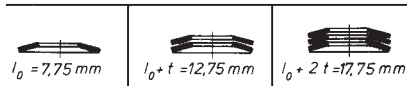
100 x 41 x 5,0



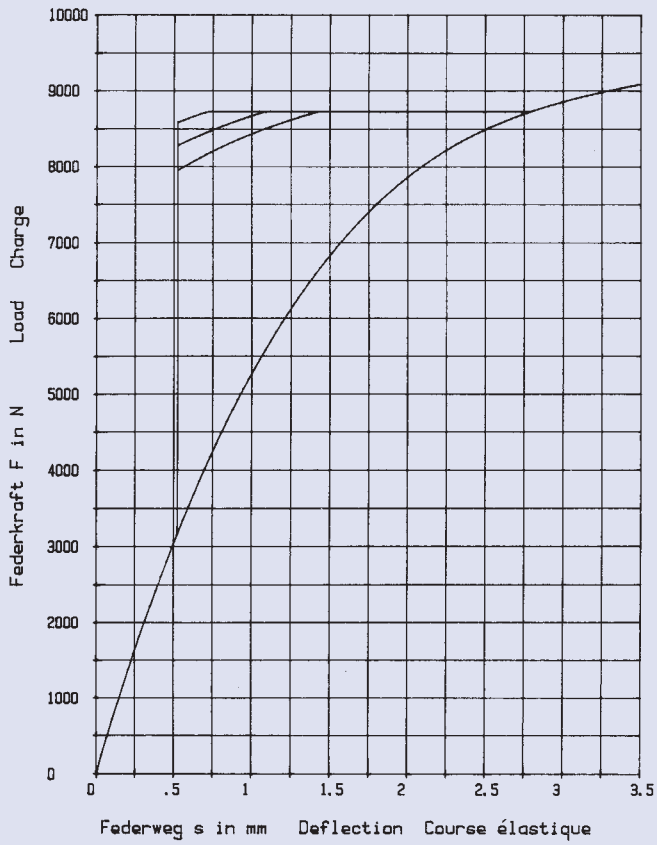
GR 2



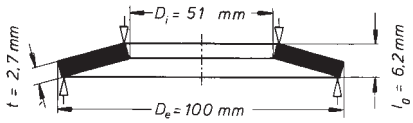
h_0 =2,75 mm	D_e / D_i = 2,439
t =5,0 mm	D_e / t = 20
h_0 / t = 0,55	m = 256,441 g



100 x 51 x 2,7



GR 2, DIN 2093 – C 100



h_0 = 3,5 mm	D_e / D_i = 1,96
t = 2,7 mm	D_e / t = 37,037
h_0 / t = 1,296	m = 123,164 g

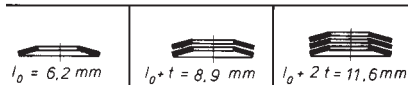
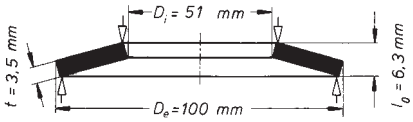


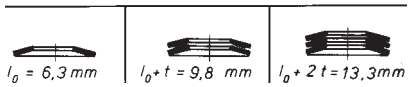
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

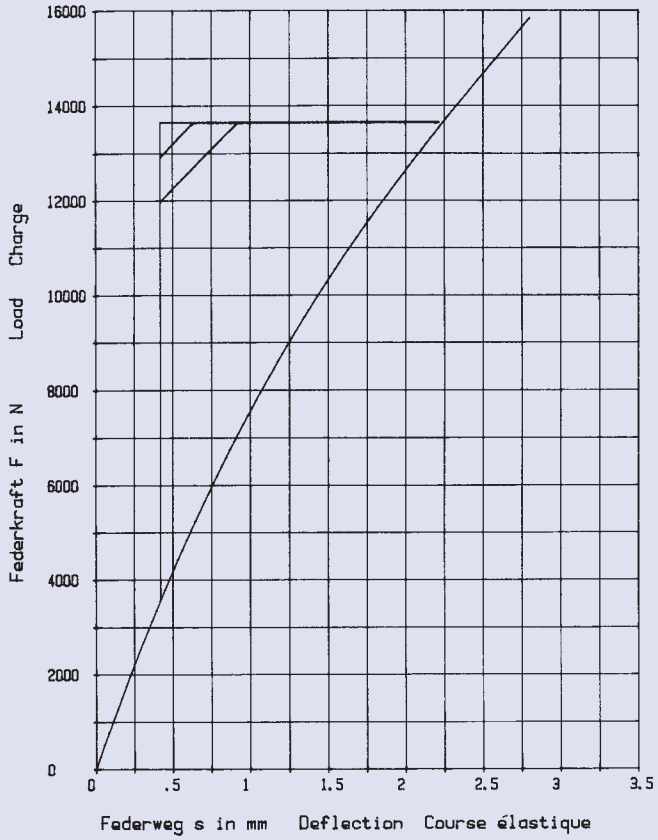
100 x 51 x 3,5

GR 2, DIN 2093 – B 100



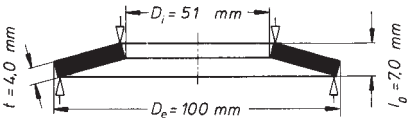
h_0 = 2,8 mm
D_e / D_i = 1,96
t = 3,5 mm
D_e / t = 28,571
h_0 / t = 0,8
m = 159,657 g



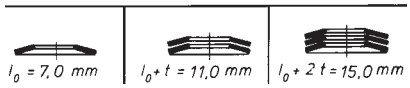


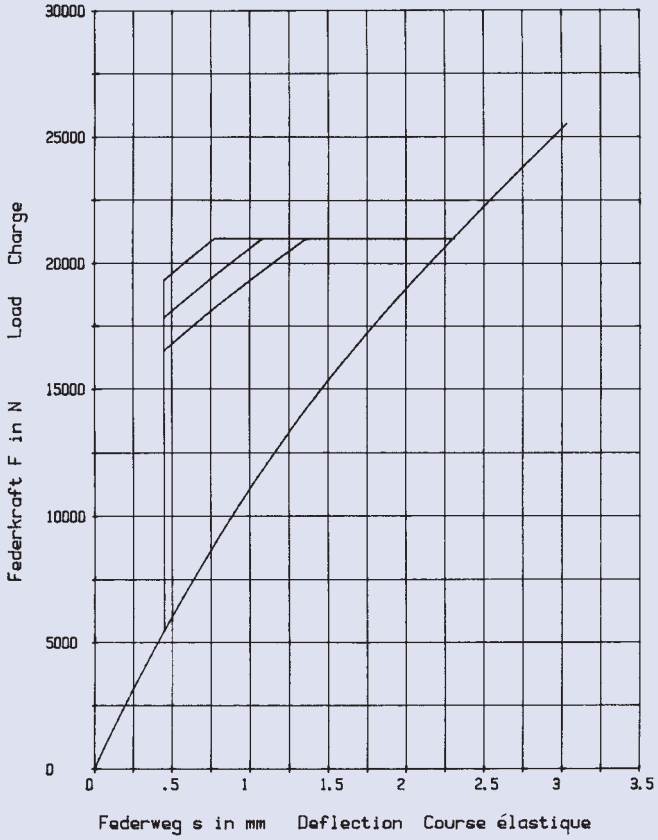
100 x 51 x 4,0

GR 2

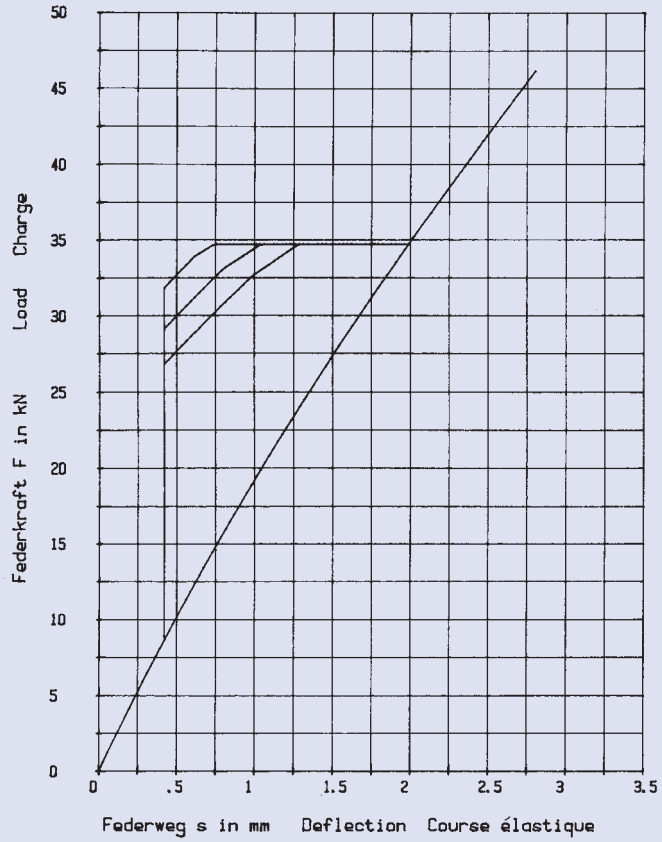


h_0 = 3,0 mm
D_e / D_i = 1,96
t = 4,0 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0,75
m = 182,465 g

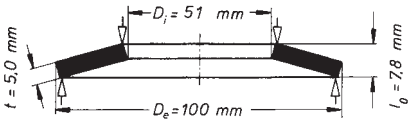




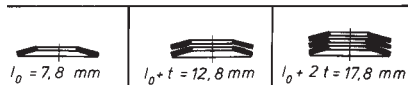
100 x 51 x 5,0



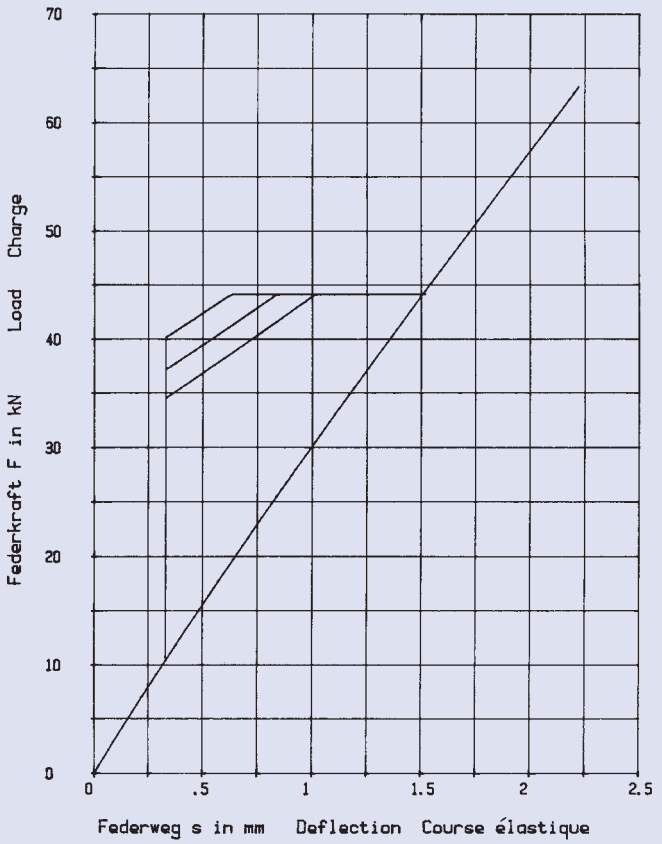
GR 2



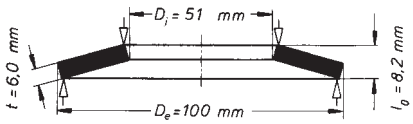
h_0 = 2,8 mm	D_e/D_i = 1,96
t = 5,0 mm	D_e/t = 20
h_0/t = 0,56	m = 228,081 g



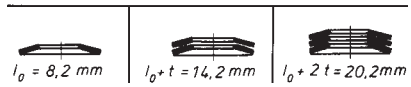
100 x 51 x 6,0



GR 2, DIN 2093 – A 100

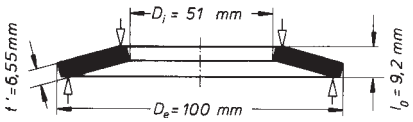


h_0 = 2,2 mm	D_e/D_i = 1,96
t = 6,0 mm	D_e/t = 16,666
h_0/t = 0,366	m = 273,698 g

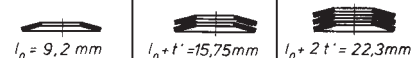


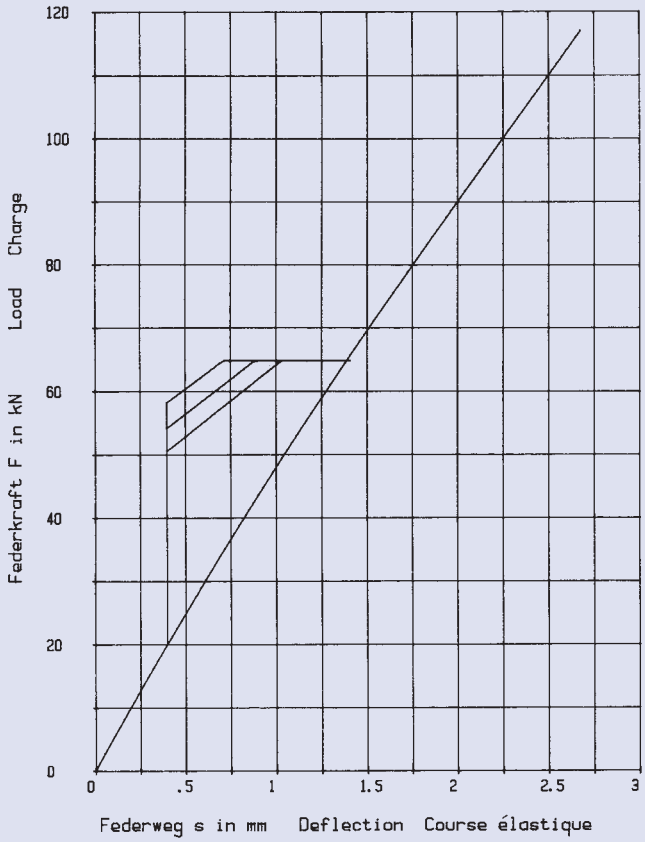
100 x 51 x 7,0

GR 3



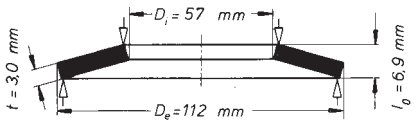
h_0 = 2,2 mm	D_e / D_i = 1,96	h_0' = 2,65mm
t = 7,0 mm	D_e / t = 14,285	t' / t = 0,935
h_0 / t = 0,314	m = 298,79 g	h_0' / t' = 0,405



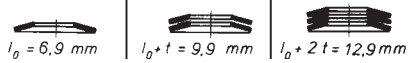


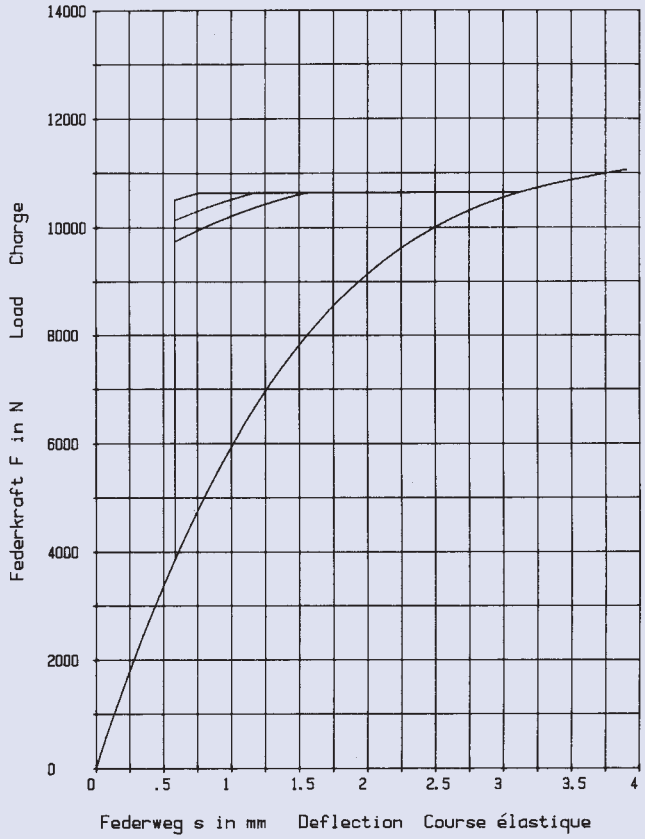
112 x 57 x 3,0

GR 2, DIN 2093 – C 112



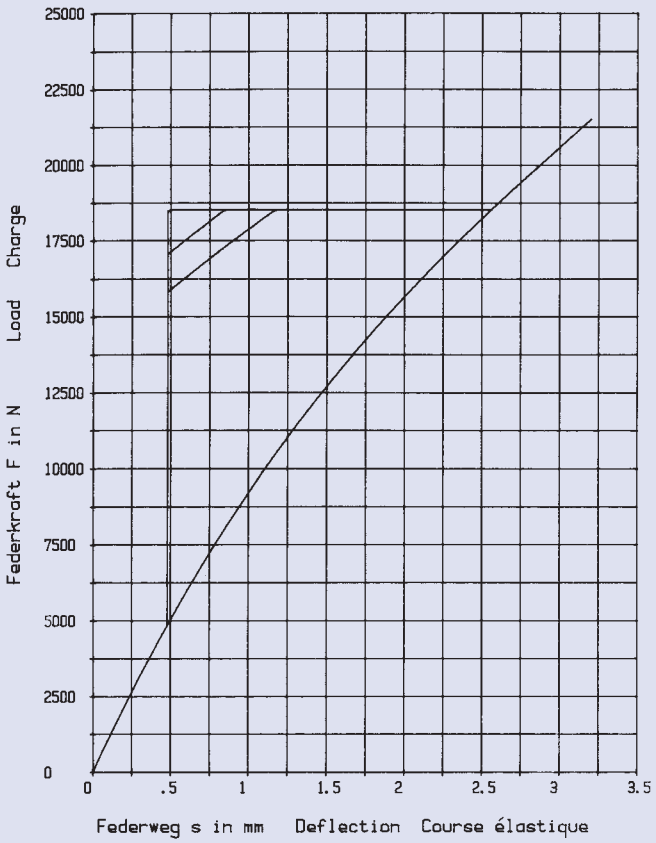
h_0 = 3,9 mm	D_e / D_i = 1,964
t = 3,0 mm	D_e / t = 37,333
h_0 / t = 1,3	m = 171,917 g

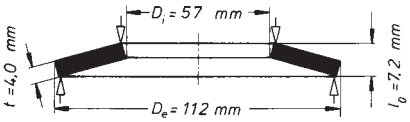




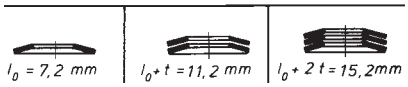
112 x 57 x 4,0

GR 2, DIN 2093 – B 112



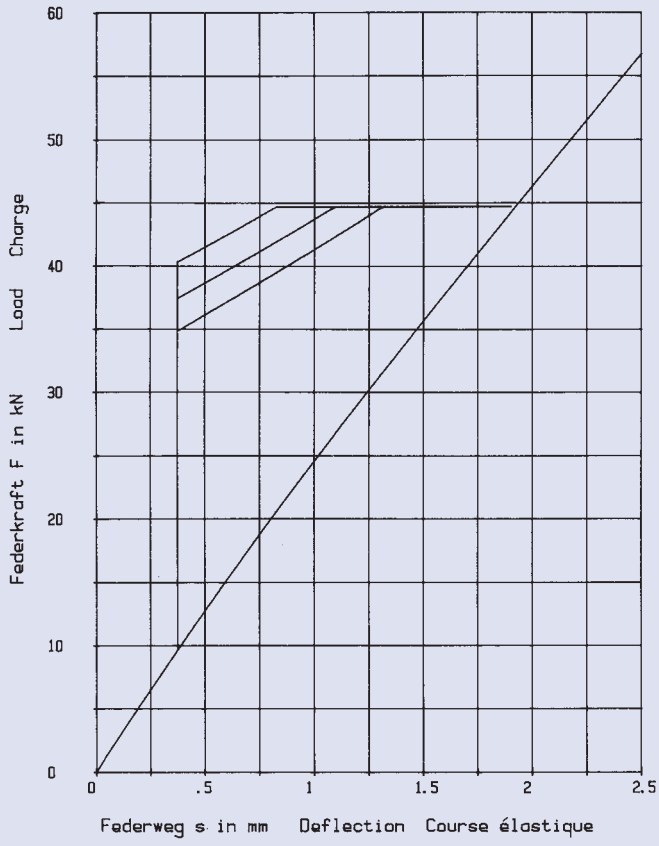


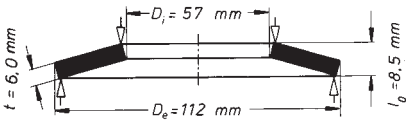
h_0 = 3,2 mm	D_e / D_i = 1,964
t = 4,0 mm	D_e / t = 28
h_0 / t = 0,8	m = 229,222 g



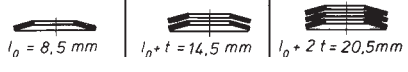
112 x 57 x 6,0

GR 2, DIN 2093 – A 112



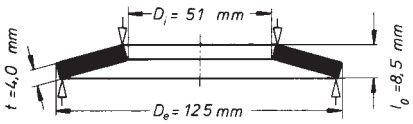


h_0 = 2,5 mm	D_e / D_i = 1,964
t = 6,0 mm	D_e / t = 18,666
h_0 / t = 0,416	m = 343,833 g

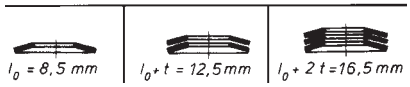


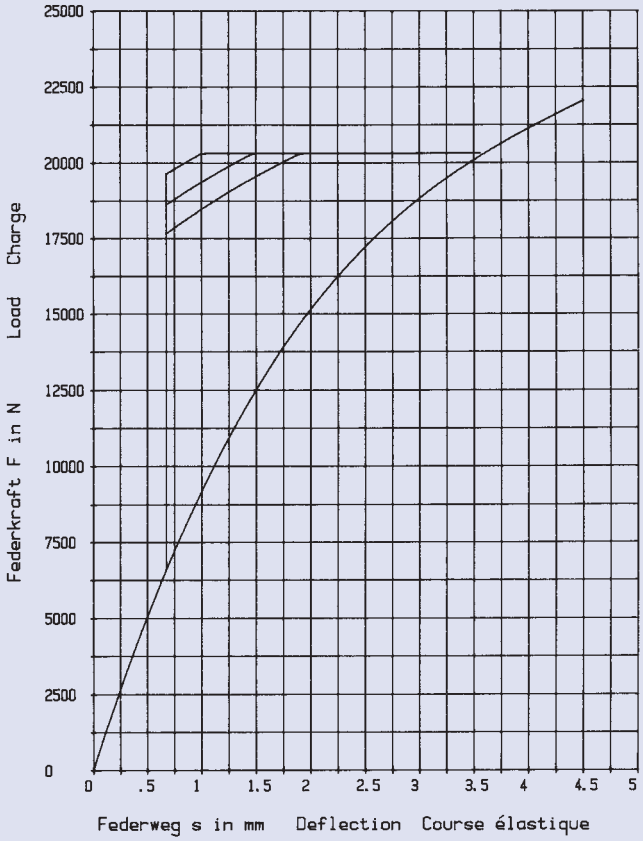
125 x 51 x 4,0

GR 2



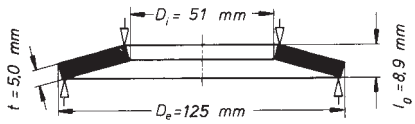
h_0 = 4,5mm
t = 4,0 mm
h_0/t = 1,125
D_e/D_i = 2,45
D_e/t = 31,25
m = 321,18 g



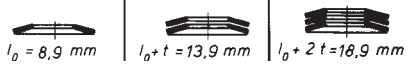


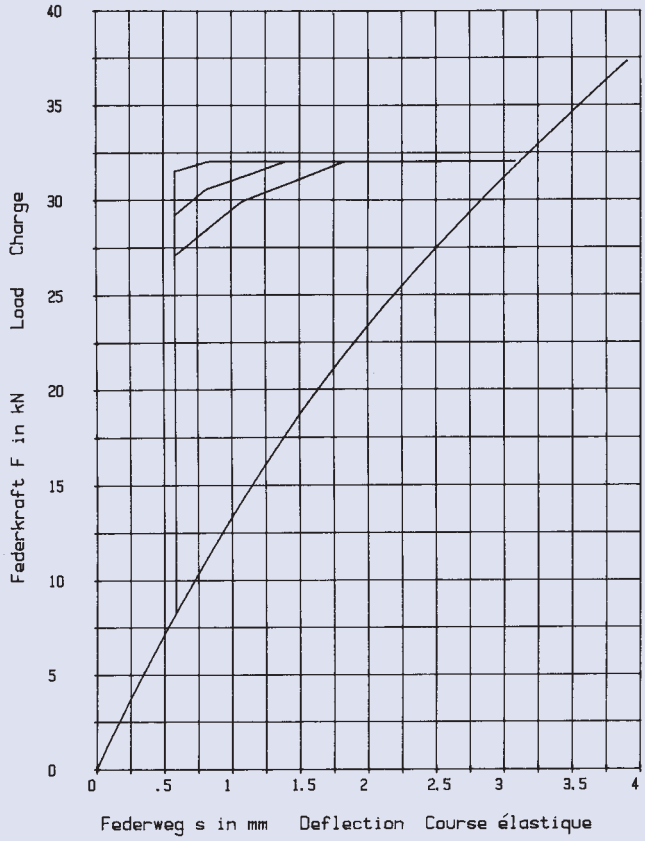
125 x 51 x 5,0

GR 2



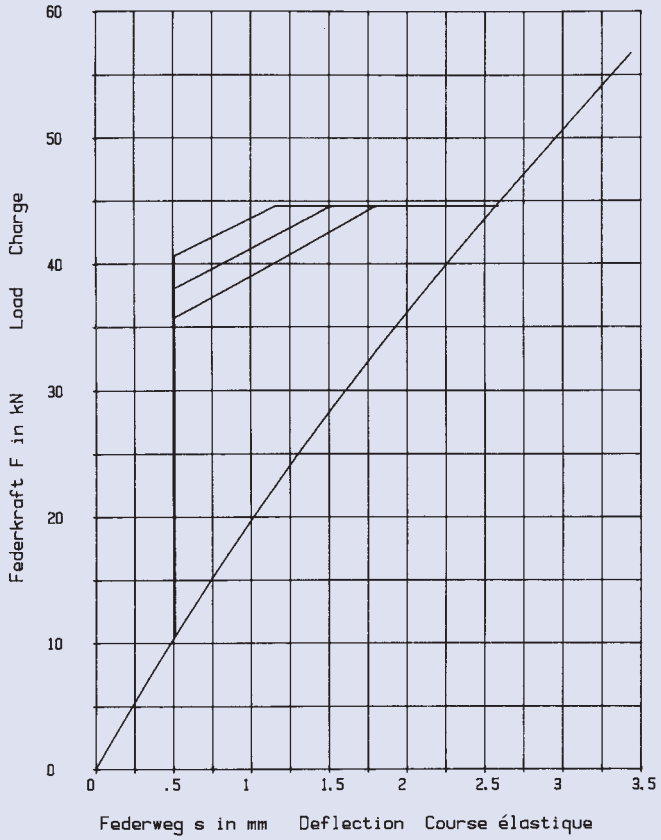
h_0 = 3,9 mm
t = 5,0 mm
h_0/t = 0,78
D_e/D_i = 2,45
D_e/t = 25
m = 401,478 g

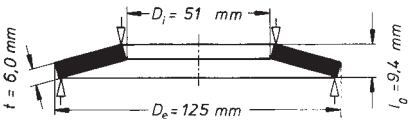




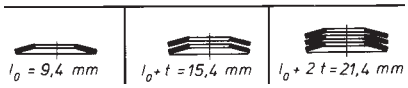
125 x 51 x 6,0

GR 2



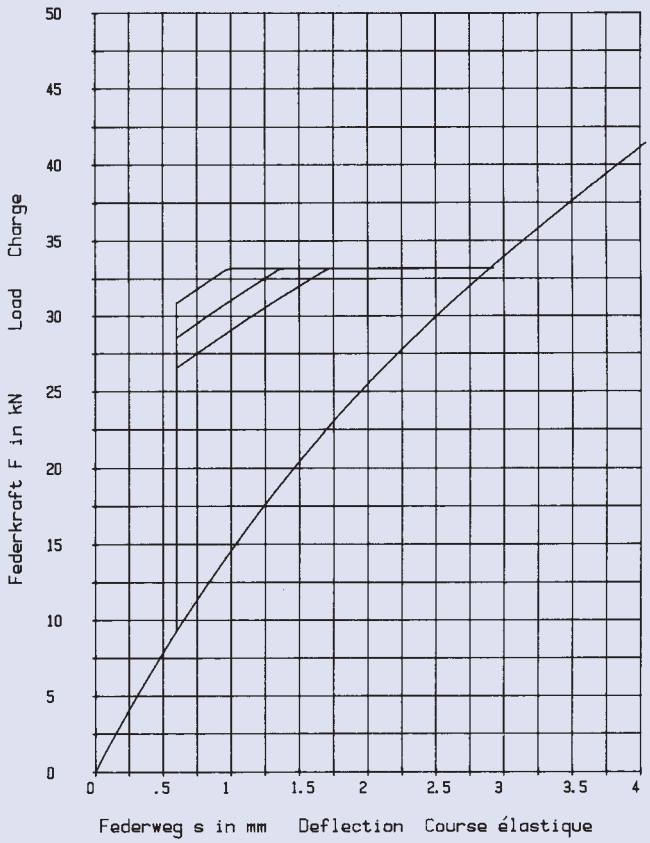


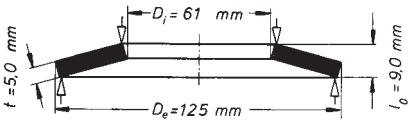
h_0 = 3,4 mm
D_e / D_i = 2,45
t = 6,0 mm
D_e / t = 20,833
h_0 / t = 0,566
m = 481,773 g



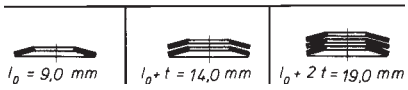
125 x 61 x 5,0

GR 2



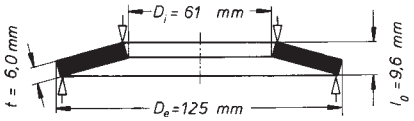


h_0 = 4,0 mm
D_e / D_i = 2,049
t = 5,0 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0,8
m = 366,953 g



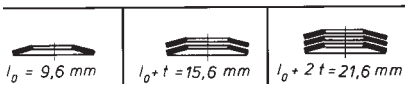
125 x 61 x 6,0

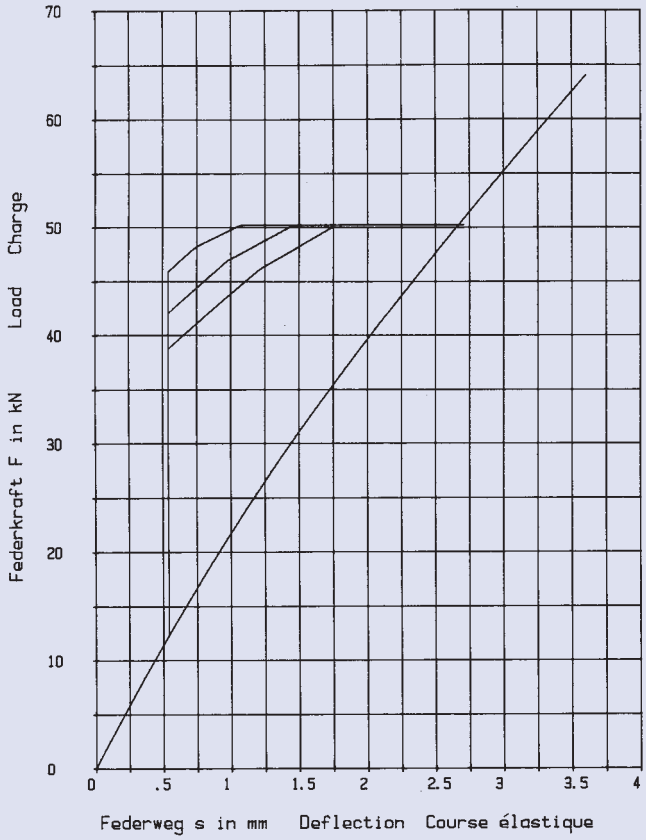
GR 2



h_0 = 3,6 mm
t = 6,0 mm
h_0 / t = 0,6

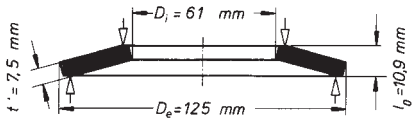
D_e / D_i = 2,049
D_e / t = 20,833
m = 440,343 g





125 x 61 x 8,0

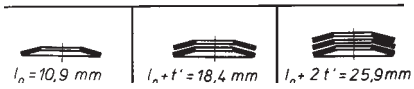
GR 3

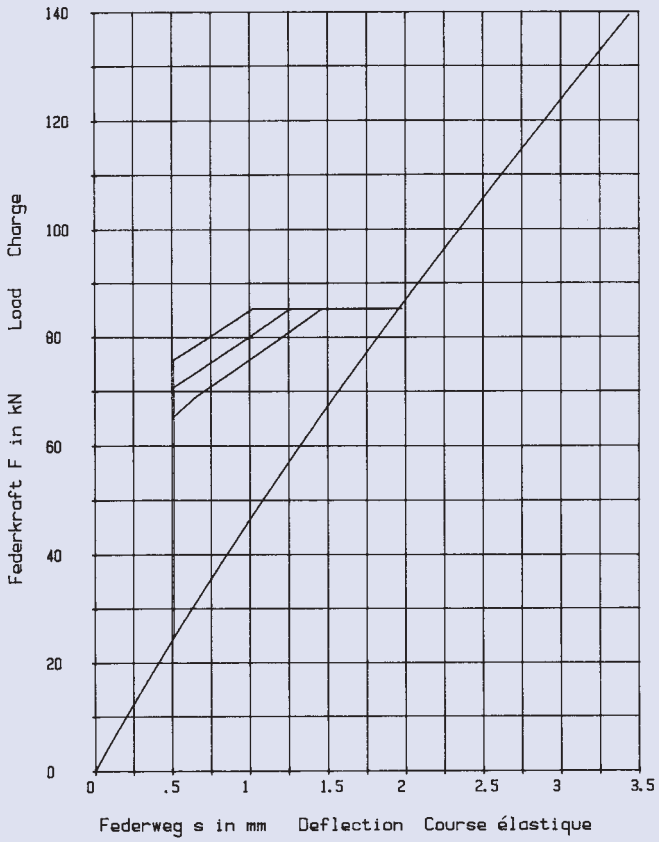


h_0 = 2,9 mm
t = 8,0 mm
h_0 / t = 0,362

D_e / D_i = 2,049
D_e / t = 15,625
m = 550,43 g

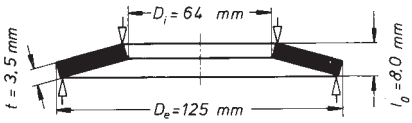
h_0' = 3,4 mm
t' / t = 0,937
h_0' / t' = 0,453



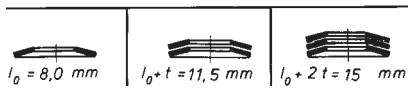


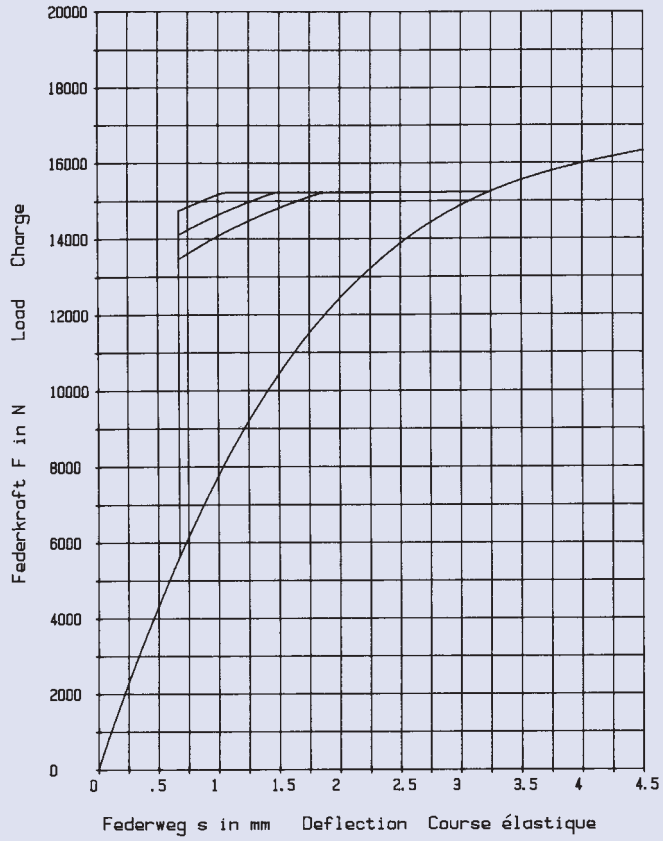
125 x 64 x 3,5

GR 2, DIN 2093 – C 125



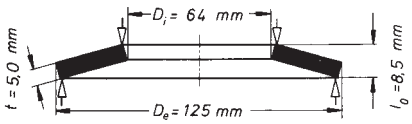
h_0 = 4,5 mm
D_e/D_i = 1,953
t = 3,5 mm
D_e/t = 35,714
h_0/t = 1,285
m = 248,775 g



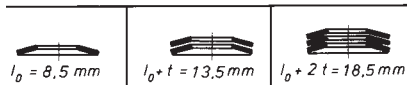


125 x 64 x 5,0

GR 2, DIN 2093 – B 125



h_0 = 3,5 mm
D_e/D_i = 1,953
t = 5,0 mm
D_e/t = 25
h_0/t = 0,7
m = 355,393 g



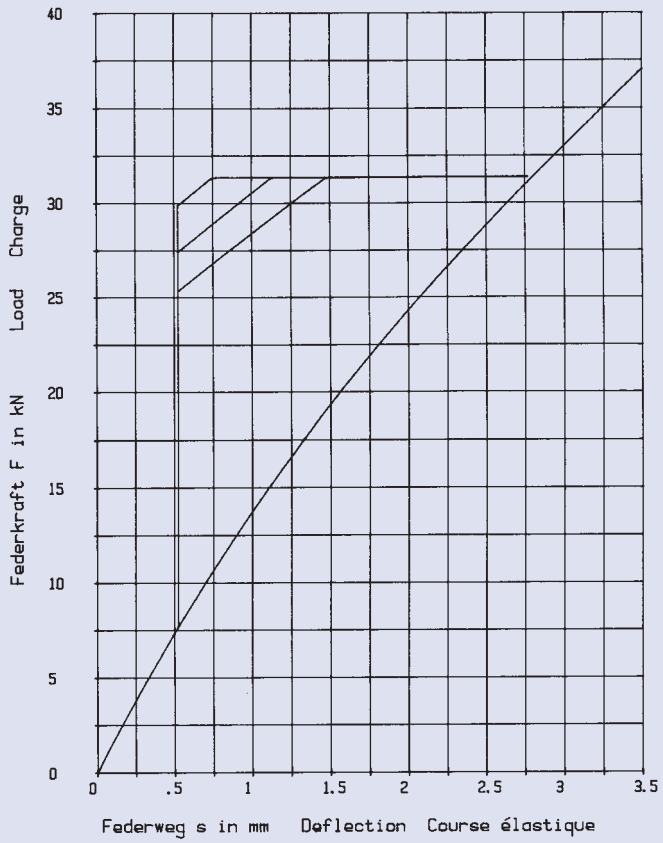
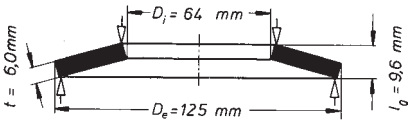


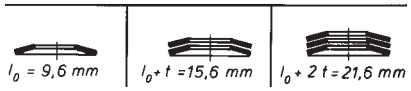
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

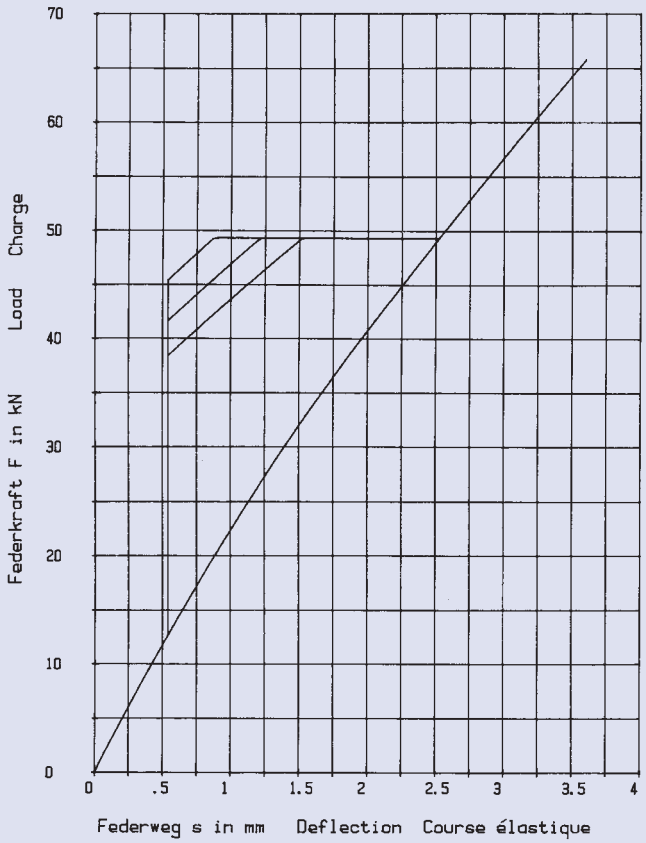
125 x 64 x 6,0

GR 2



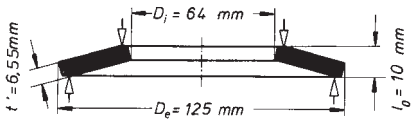
h_0 = 3,6 mm	D_e / D_i = 1,953
t = 6,0 mm	D_e / t = 20,833
h_0 / t = 0,6	m = 426,471 g



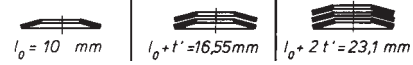


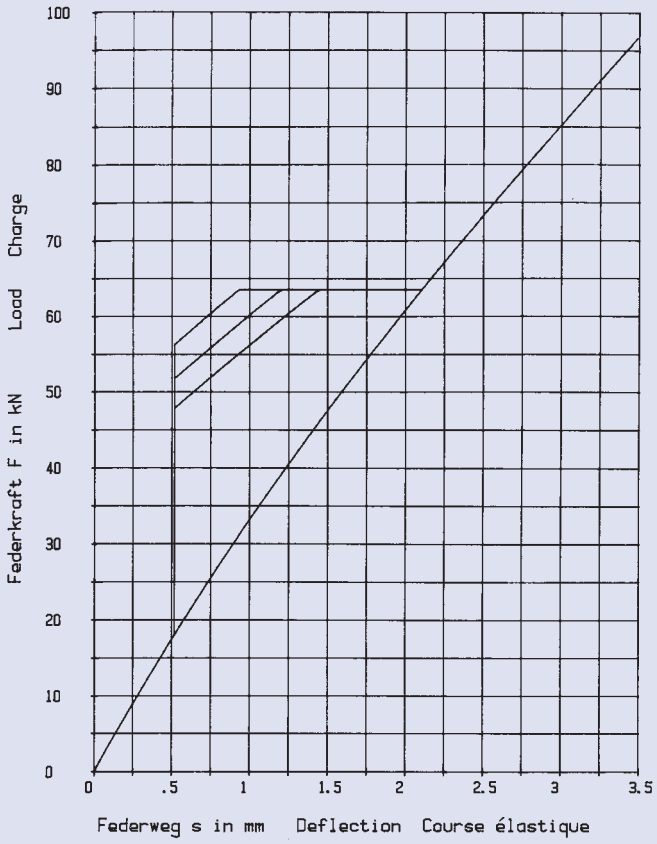
125 x 64 x 7,0

GR 3

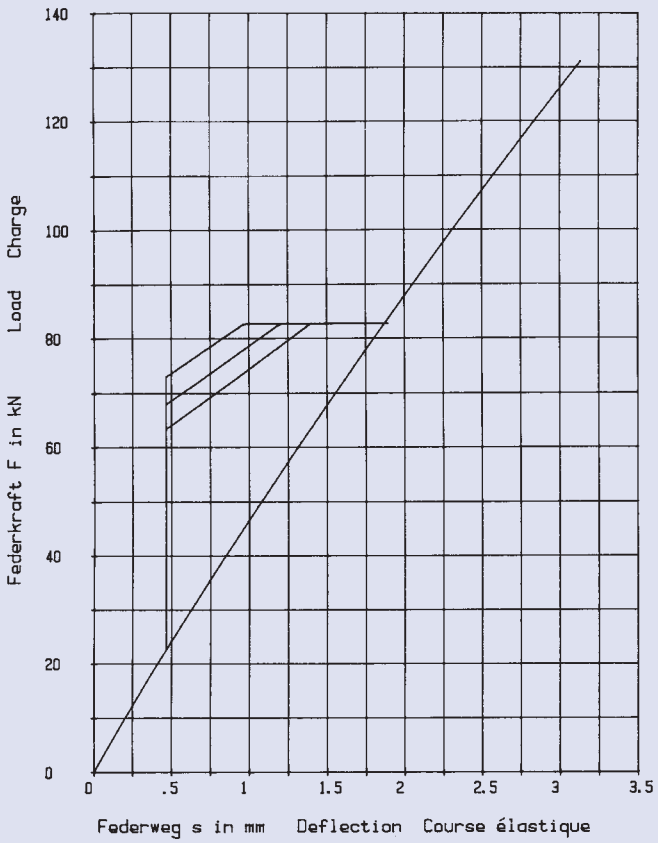


h_0 = 3,0 mm	D_e / D_i = 1,953	h_0' = 3,45mm
t = 7,0 mm	D_e / t = 17,857	t' / t = 0,935
h_0 / t = 0,428	m = 465,56 g	h_0' / t' = 0,527

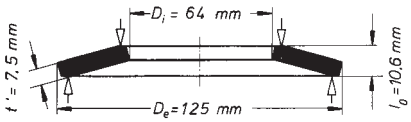




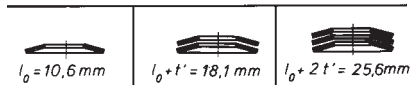
125 x 64 x 8,0



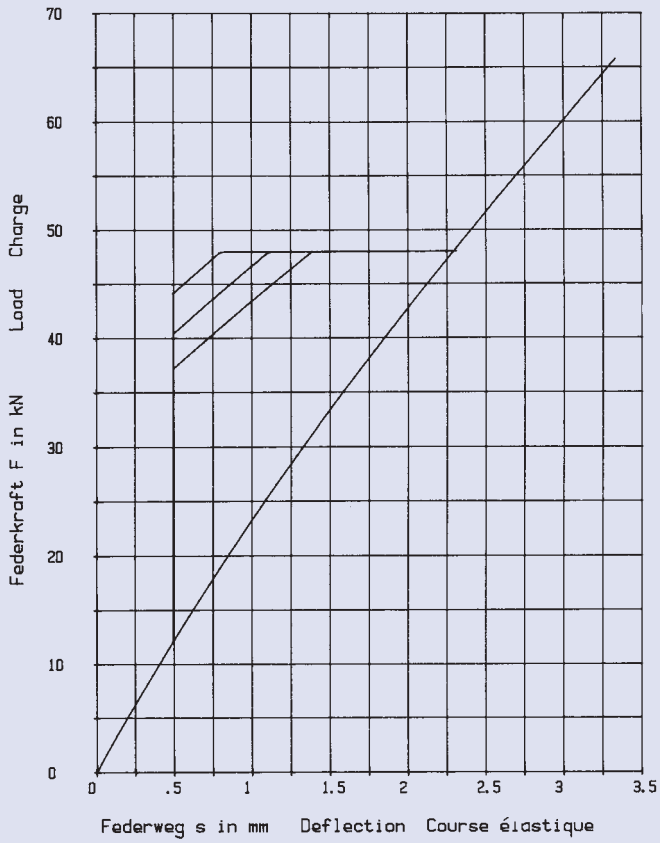
GR 3, DIN 2093 – A 125



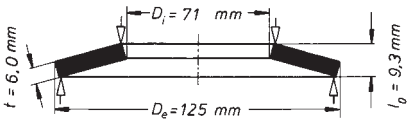
h_0 = 2,6 mm	D_e / D_i = 1,953	h_0' = 3,1 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 15,625	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,325	m = 533,089 g	h_0' / t' = 0,413



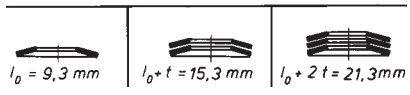
125 x 71 x 6,0



GR 2

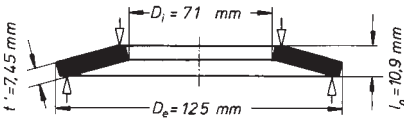


h_0 = 3,3 mm	D_e / D_i = 1,76
t = 6,0 mm	D_e / t = 20,833
h_0 / t = 0,55	m = 391,515 g

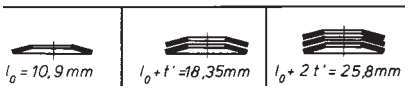


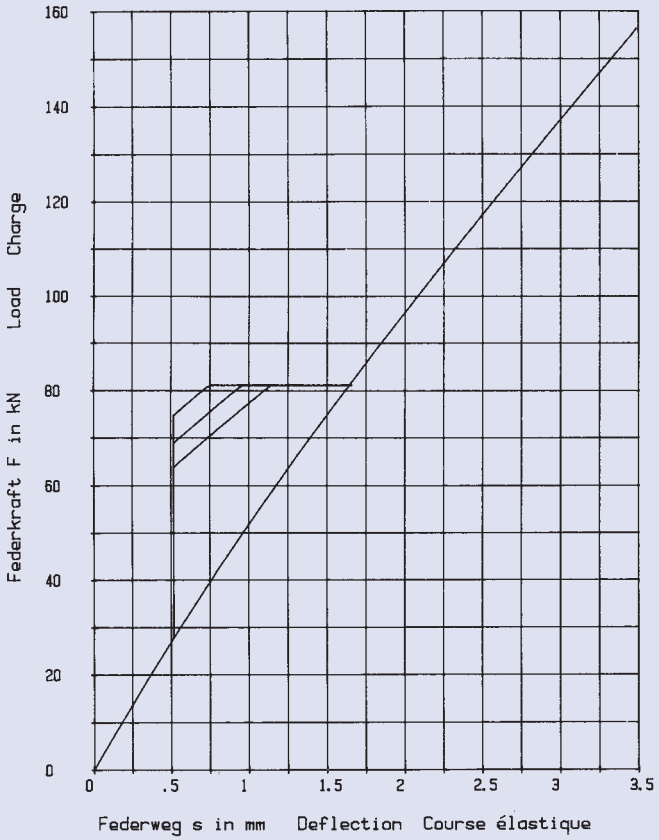
125 x 71 x 8,0

GR 3



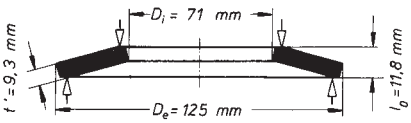
= 2,9 mm	D_e / D_i = 1,76	h_0' = 3,45mm
= 8,0 mm	D_e / t = 15,625	t' / t = 0,931
/ t = 0,362	m = 486,13 g	h_0' / t' = 0,463



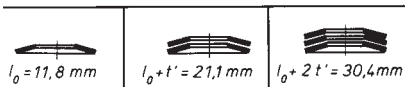


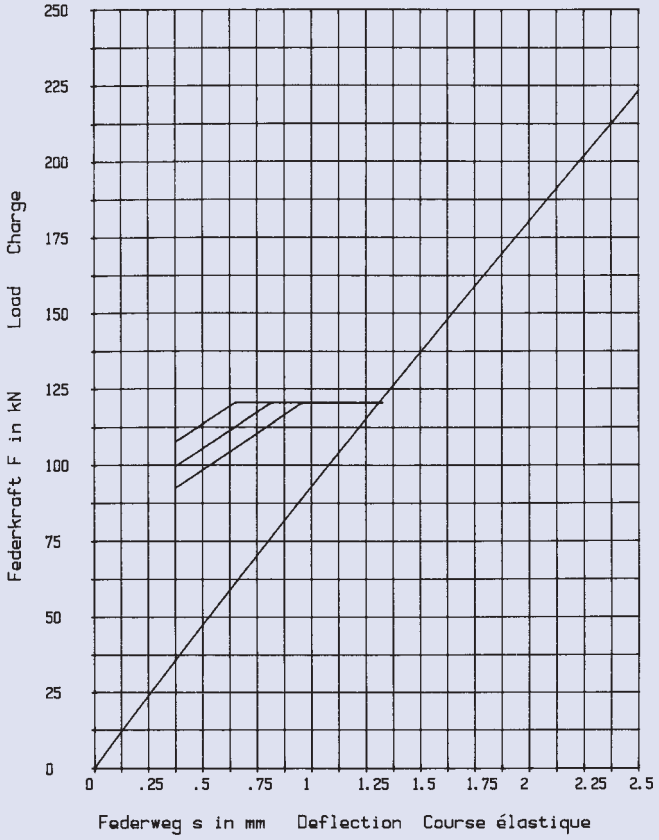
125 x 71 x 10

GR 3



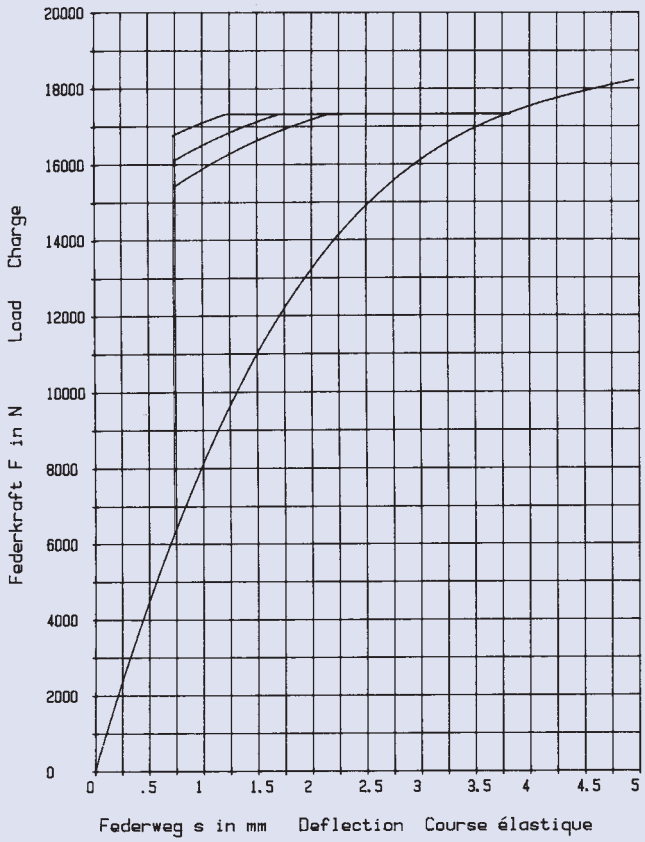
= 1,8 mm	D_e / D_i = 1,76	h_0' = 2,5 mm
= 10 mm	D_e / t = 12,5	t' / t = 0,93
/ t = 0,18	m = 606,85 g	h_0' / t' = 0,269

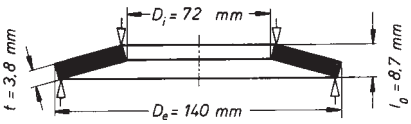




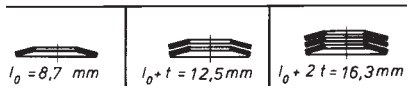
140 x 72 x 3,8

GR 2, DIN 2093 – C 140



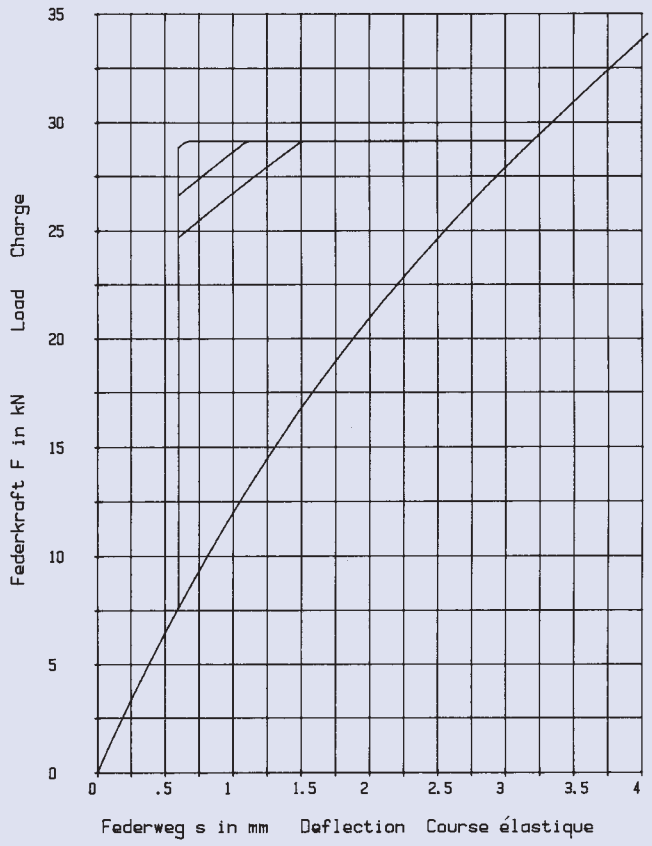


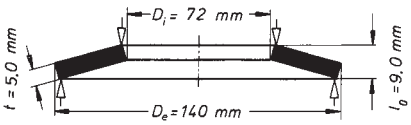
h_0 = 4,9 mm
t = 3,8 mm
h_0/t = 1,289
D_e/D_i = 1,944
D_e/t = 36,842
m = 337,734 g



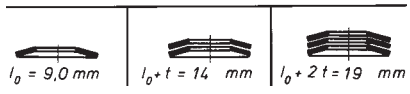
140 x 72 x 5,0

GR 2, DIN 2093 – B 140



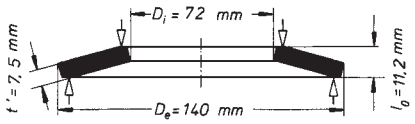


h_0 = 4,0 mm
t = 5,0 mm
h_0/t = 0,8
D_e/D_i = 1,944
D_e/t = 28
m = 444,388 g

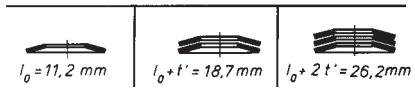


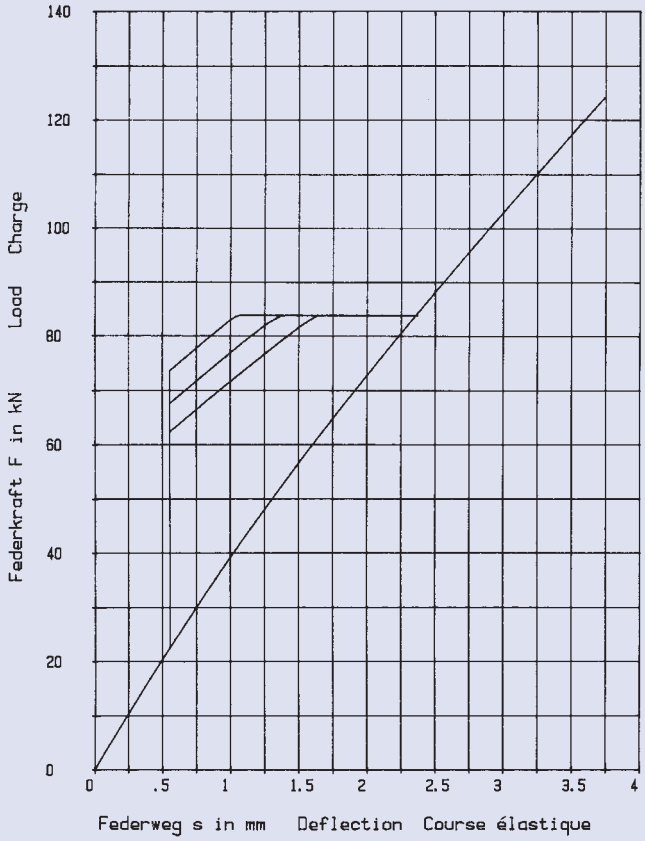
140 x 72 x 8,0

GR 3, DIN 2093 – A 140



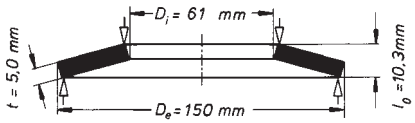
h_0 = 3,2 mm	D_e / D_i = 1,944	h_0' = 3,7 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 17,5	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,4	m = 666,581 g	h_0' / t' = 0,493



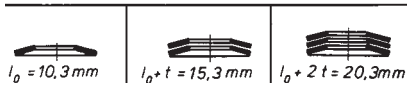


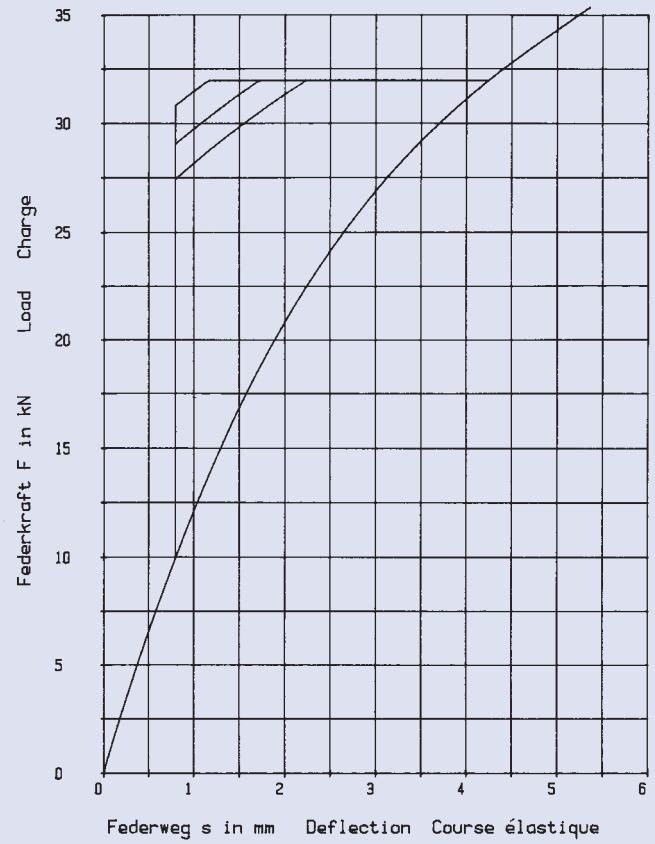
150 x 61 x 5,0

GR 2

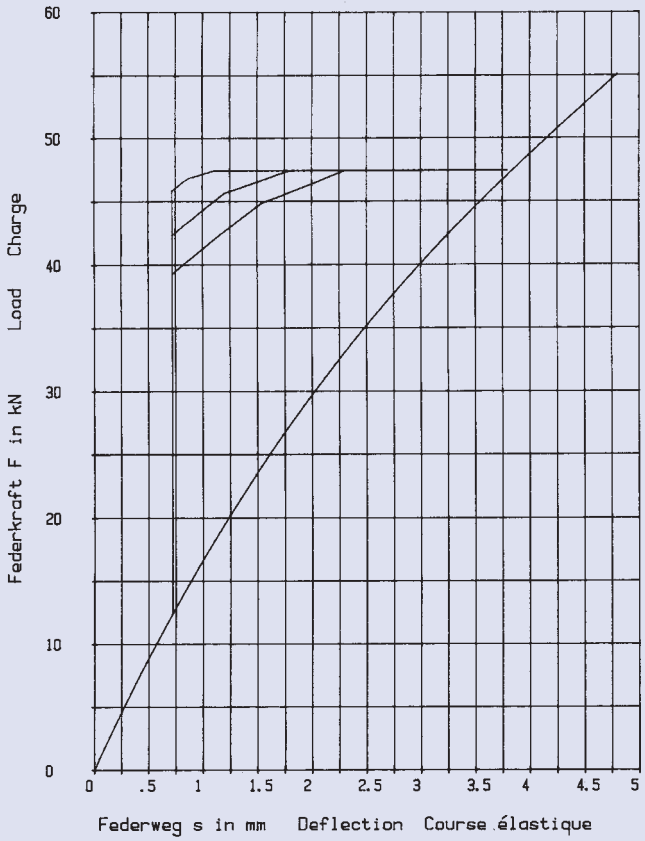


h_0 = 5,3 mm	D_e / D_i = 2,459
t = 5,0 mm	D_e / t = 30
h_0 / t = 1,06	m = 578,881 g

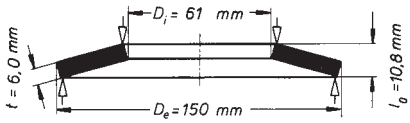




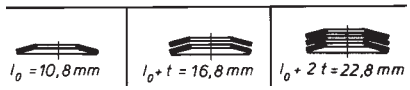
150 x 61 x 6,0



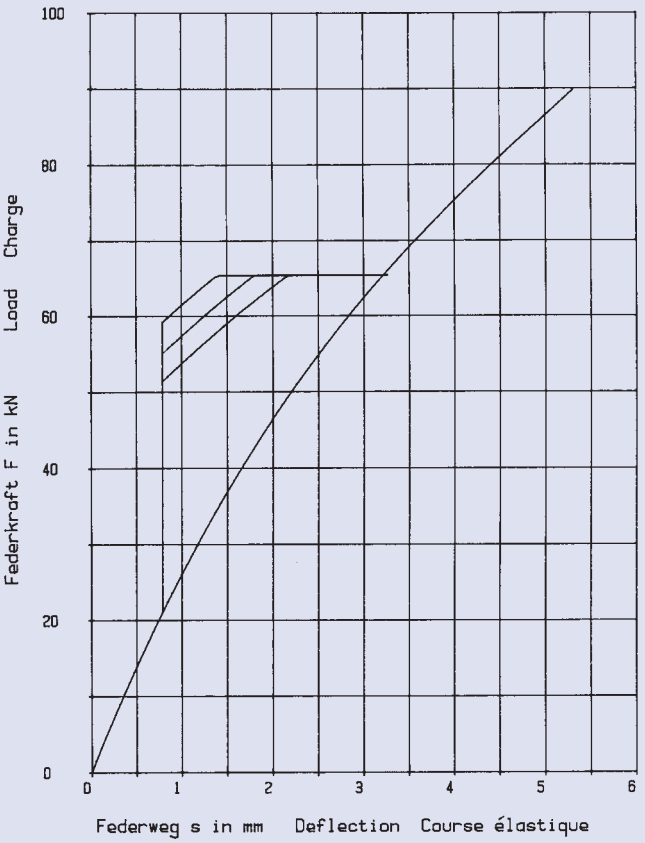
GR 2



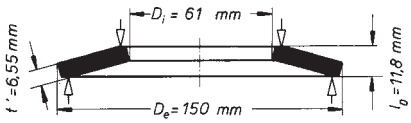
h_0 = 4,8 mm	D_e/D_i = 2,459
t = 6,0 mm	D_e/t = 25
h_0/t = 0,8	m = 694,658 g



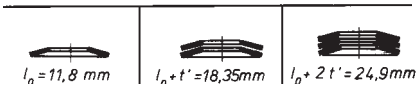
150 x 61 x 7,0



GR 3

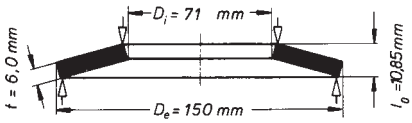


h_0 = 4,8 mm	D_e/D_i = 2,459	h_0' = 5,25mm
t = 7,0 mm	D_e/t = 21,428	t'/t =0,935
h_0/t = 0,685	m= 758,34 g	h_0'/t' = 0,802

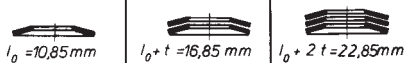


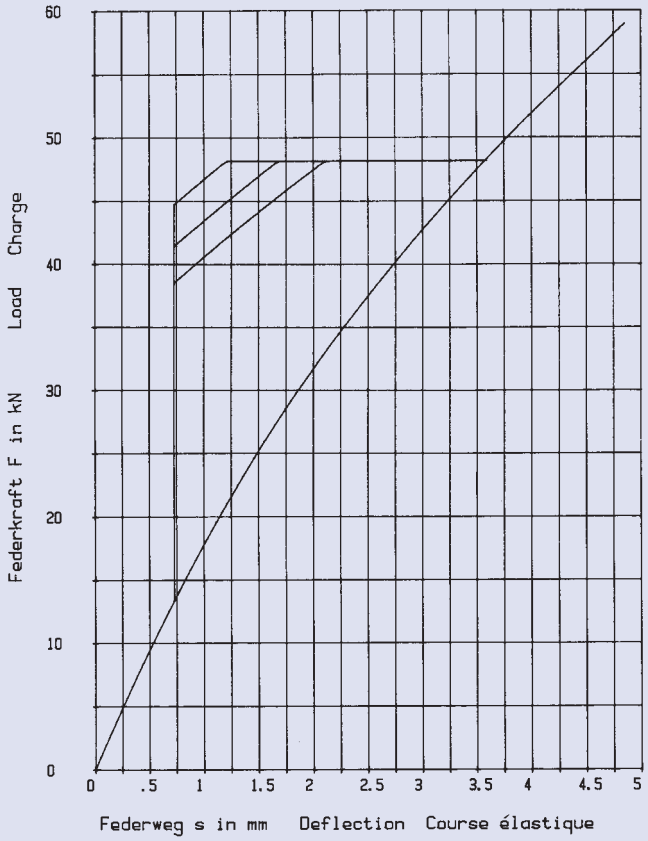
150 x 71 x 6,0

GR 2



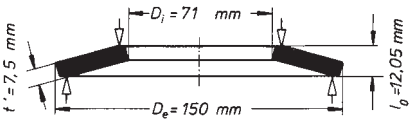
h_0 = 4,85 mm
D_e / D_i = 2,112
t = 6,0 mm
D_e / t = 25
h_0 / t = 0, 808
m = 645, 829 g



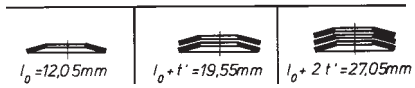


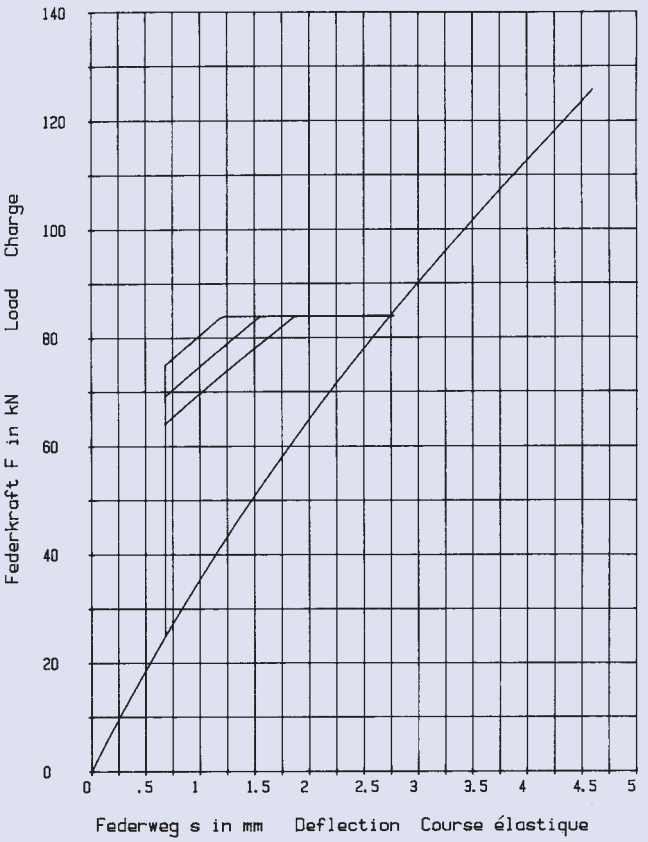
150 x 71 x 8,0

GR 3

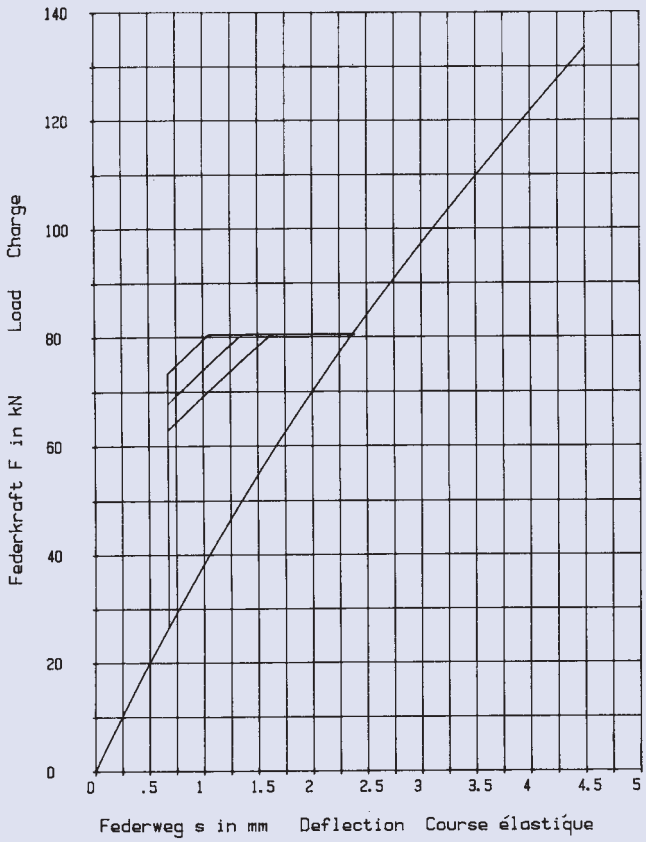


h_0 = 4,05 mm
D_e / D_i = 2,112
h_0' = 4,55 mm
t = 8,0 mm
D_e / t = 18,75
t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,506
m = 807, 29 g
h_0' / t' = 0,607

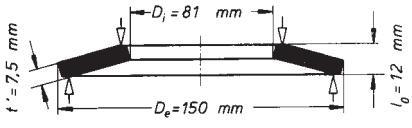




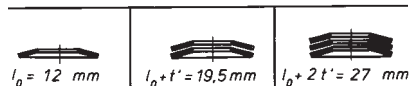
150 x 81 x 8,0



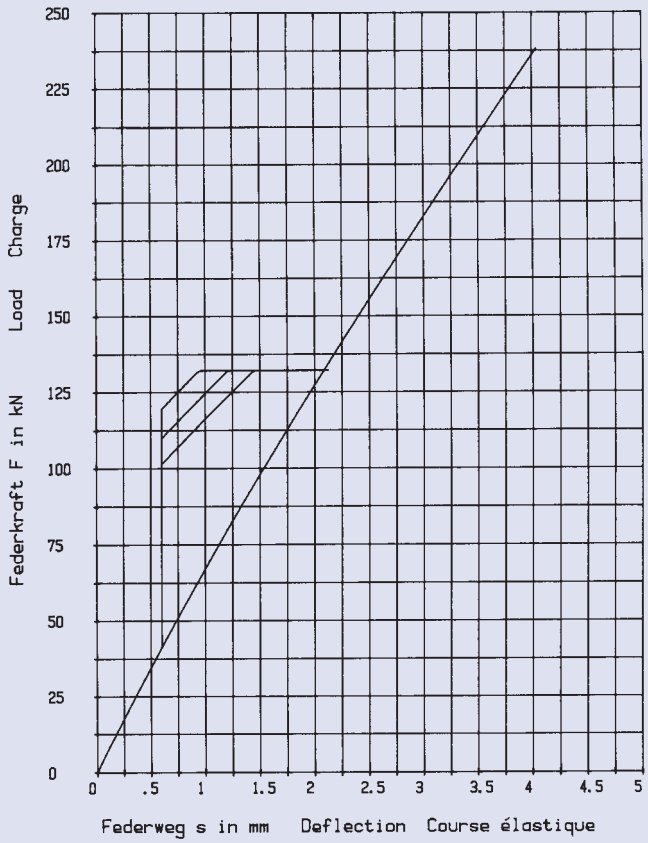
GR 3



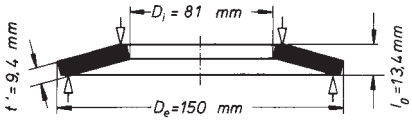
h_0 = 4,0 mm	D_e / D_i = 1,851	h_0' = 4,5 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 18,75	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,5	m = 737 g	h_0' / t' = 0,6



150 x 81 x 10



GR 3



h_0 = 3,4 mm	D_e / D_i = 1,851	h_0' = 4,0 mm
t = 10 mm	D_e / t = 15	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,34	m = 923,71 g	h_0' / t' = 0,426

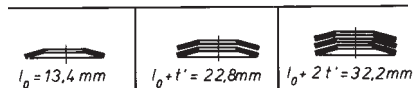
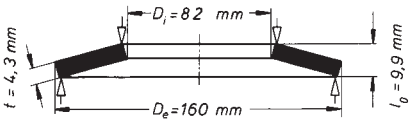


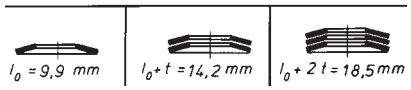
Diagramme | Diagrams | Diagrammes

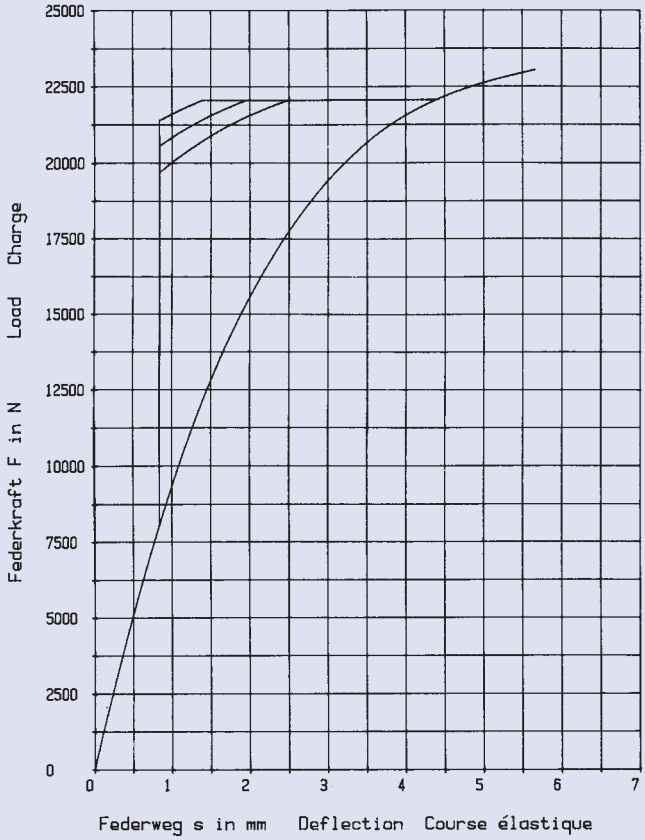
160 x 82 x 4,3

GR 2, DIN 2093 – C 160



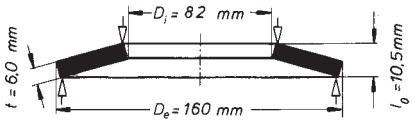
h_0 = 5,6 mm
D_e / D_i = 1,951
t = 4,3 mm
D_e / t = 37,209
h_0 / t = 1,302
m = 500,409 g



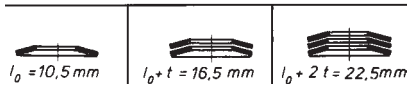


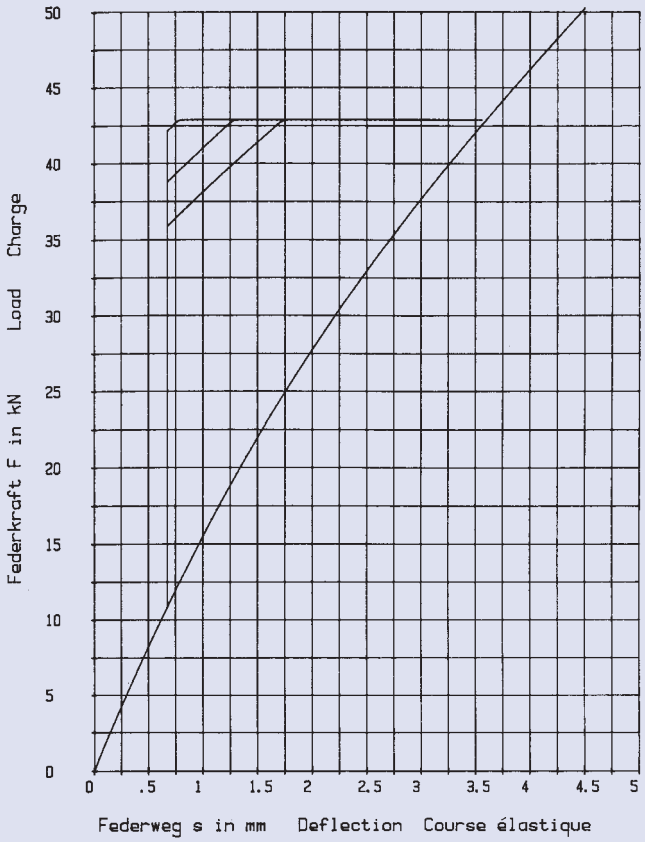
160 x 82 x 6,0

GR 2, DIN 2093 – B 160



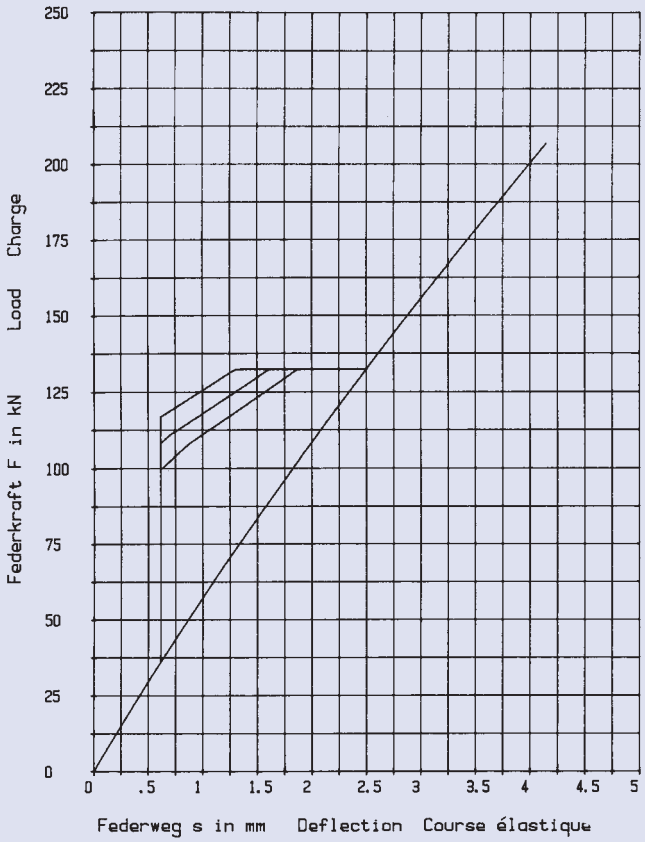
h_0 = 4,5 mm
D_e / D_i = 1,951
t = 6,0 mm
D_e / t = 26,666
h_0 / t = 0,75
m = 698,246 g

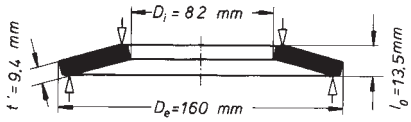




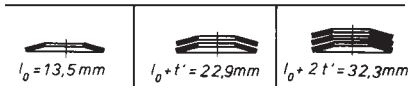
160 x 82 x 10

GR 3, DIN 2093 – A 160



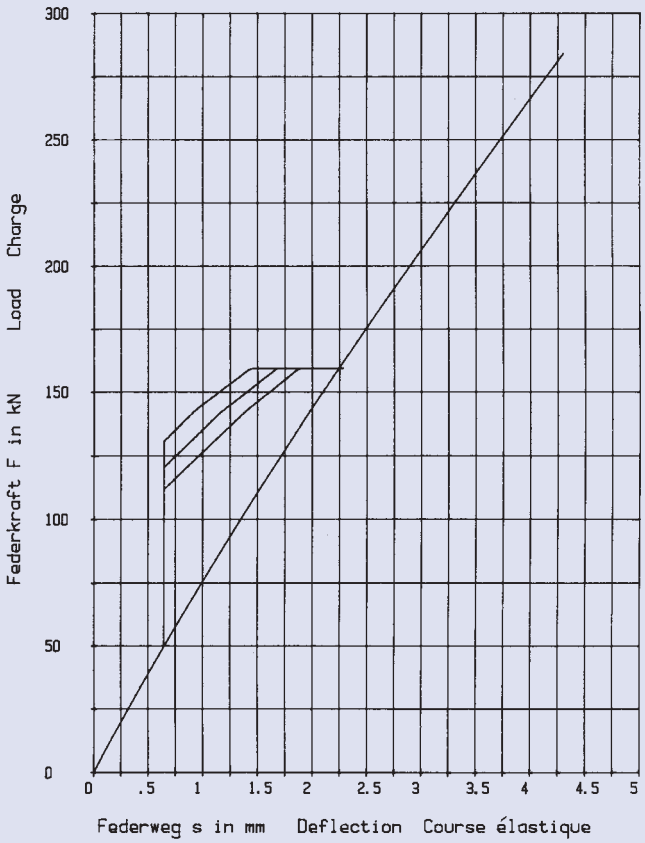


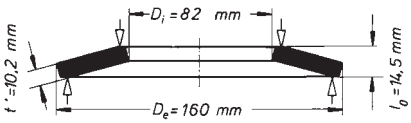
h_0 = 3,5 mm	D_e / D_i = 1,951	h_0' = 4,1 mm
t = 10 mm	D_e / t = 16	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,35	m = 1,094 kg	h_0' / t' = 0,436



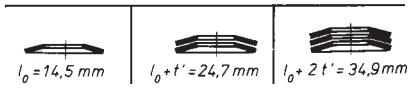
160 x 82 x 11

GR 3



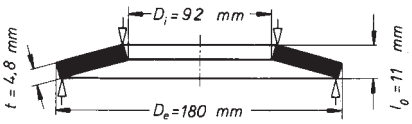


h_0 = 3,5 mm	D_e / D_i = 1,951	h_0' = 4,3 mm
t = 11 mm	D_e / t = 14,545	t' / t = 0,927
h_0 / t = 0,318	m = 1,187 kg	h_0' / t' = 0,422

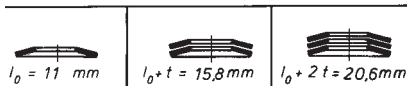


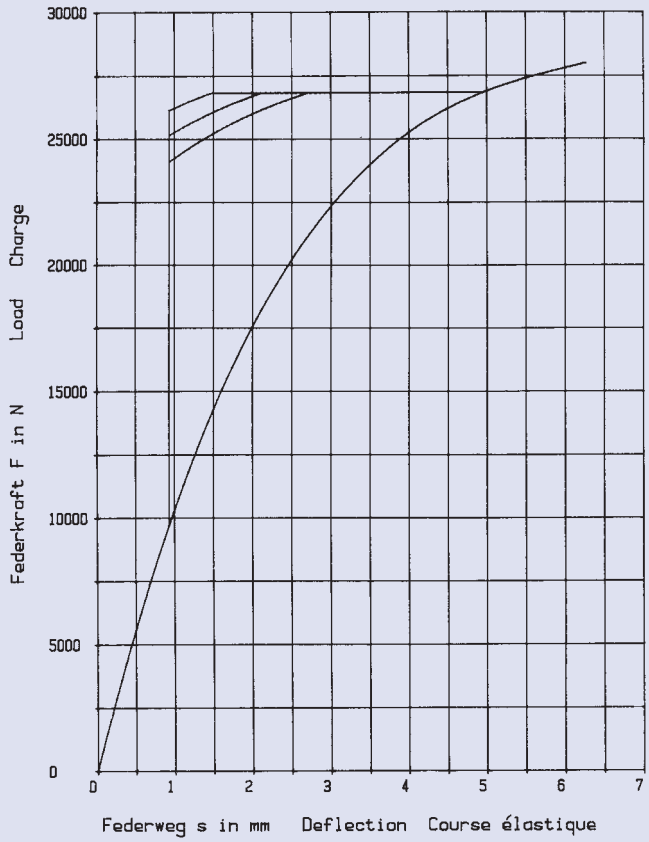
180 x 92 x 4,8

GR 2, DIN 2093 – C 180



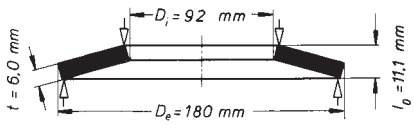
h_0 = 6,2 mm
D_e / D_i = 1,956
t = 4,8 mm
D_e / t = 37,5
h_0 / t = 1,291
m = 708,337 g



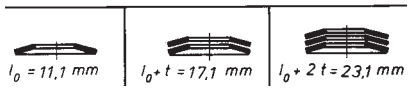


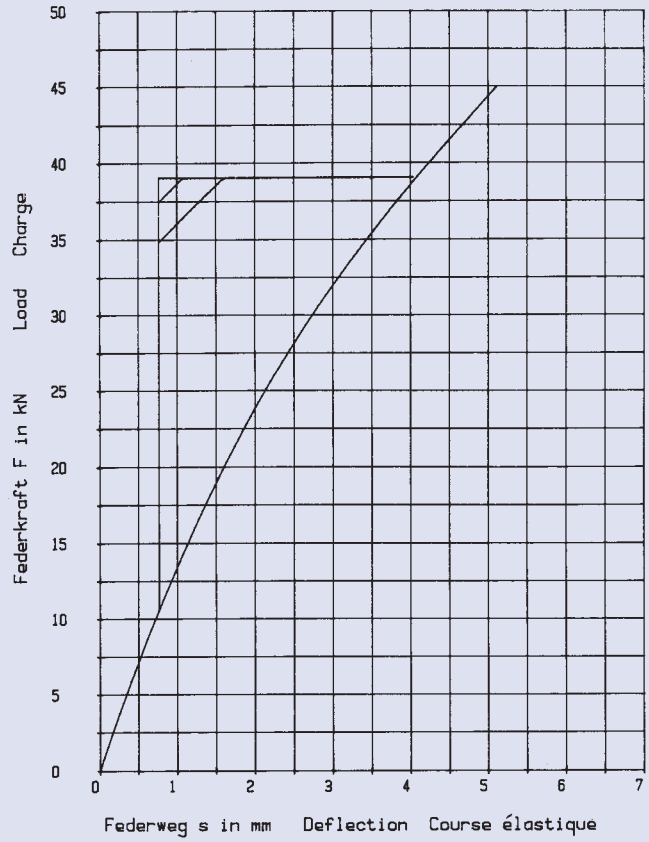
180 x 92 x 6,0

GR 2, DIN 2093 – B 180



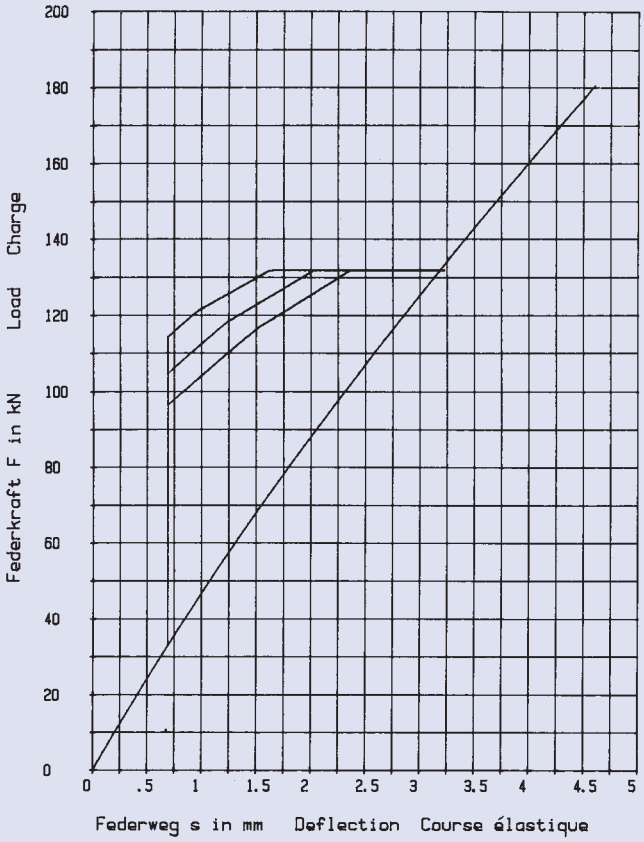
h_0 = 5,1 mm
D_e / D_i = 1,956
t = 6,0 mm
D_e / t = 30
h_0 / t = 0,85
m = 885,421 g

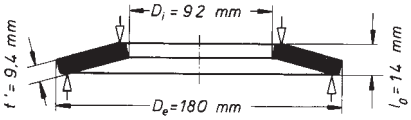




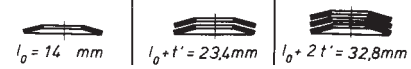
180 x 92 x 10

GR 3, DIN 2093 – A 180



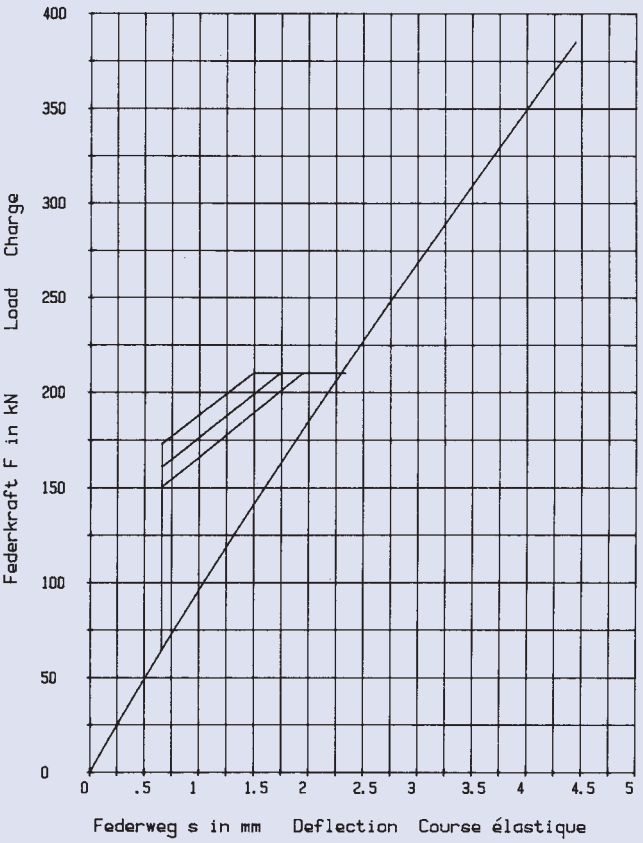


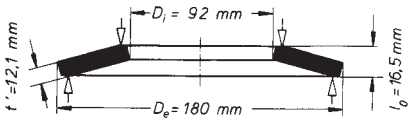
h_0 = 4,0 mm	D_e / D_i = 1,956	h_0' = 4,6 mm
t = 10 mm	D_e / t = 18	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,4	m = 1,387 kg	h_0' / t' = 0,489



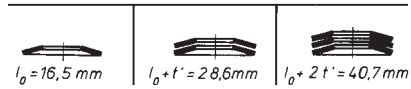
180 x 92 x 13

GR 3



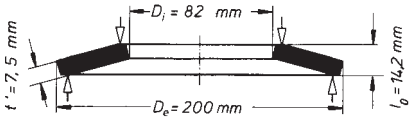


h_0 = 3,5 mm	D_e / D_i = 1,956	h_0' = 4,4 mm
t = 13 mm	D_e / t = 13,846	t' / t = 0,93
h_0 / t = 0,269	m = 1,786 kg	h_0' / t' = 0,364

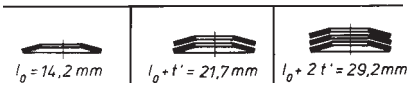


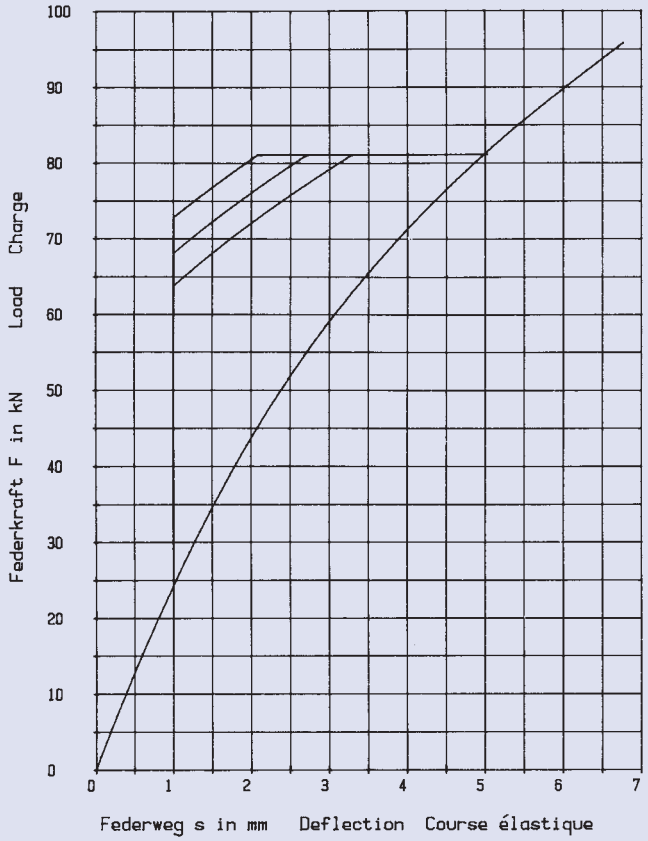
200 x 82 x 8,0

GR 3



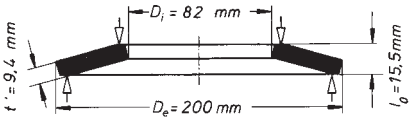
h_0 = 6,2 mm	D_e / D_i = 2,439	h_0' = 6,7 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 25	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,775	m = 1,539 kg	h_0' / t' = 0,893



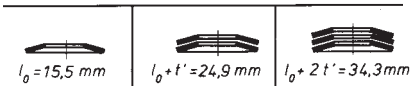


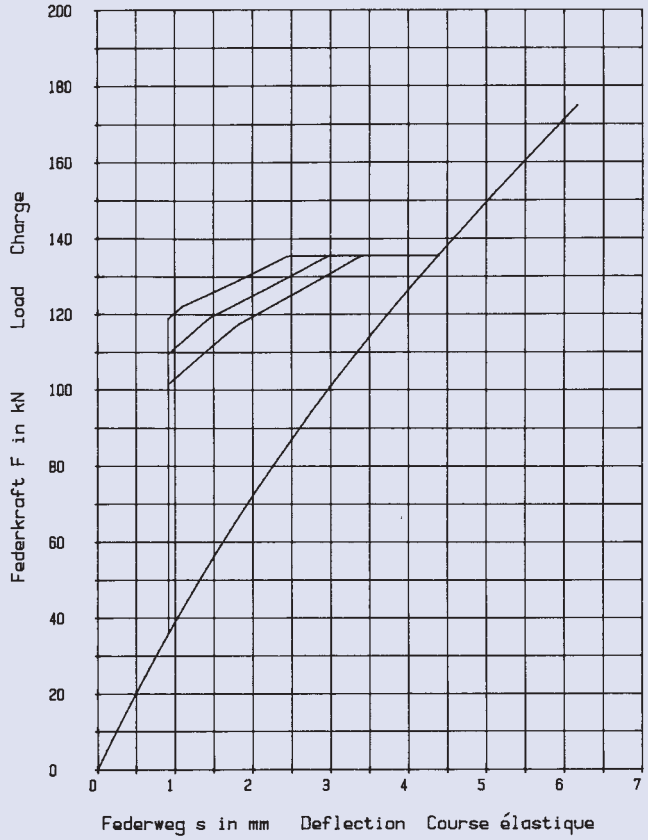
200 x 82 x 10

GR 3

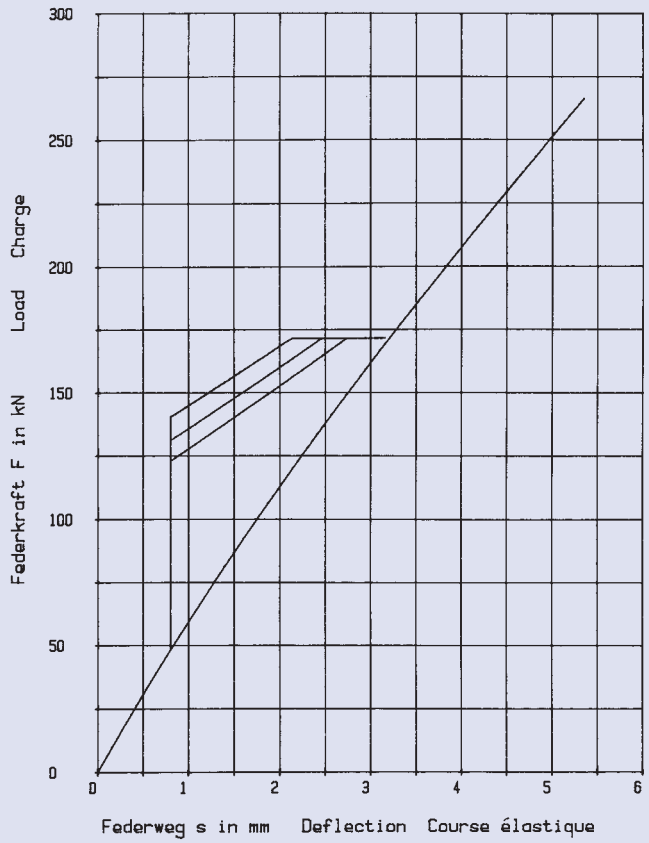


h_0 = 5,5 mm	D_e / D_i = 2,439	h_0' = 6,1 mm
t = 10 mm	D_e / t = 20	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,55	m = 1,928 kg	h_0' / t' = 0,649

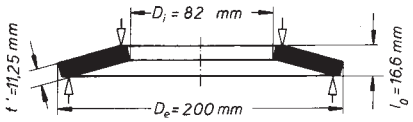




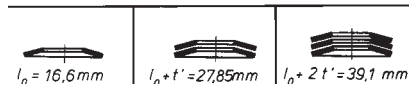
200 x 82 x 12



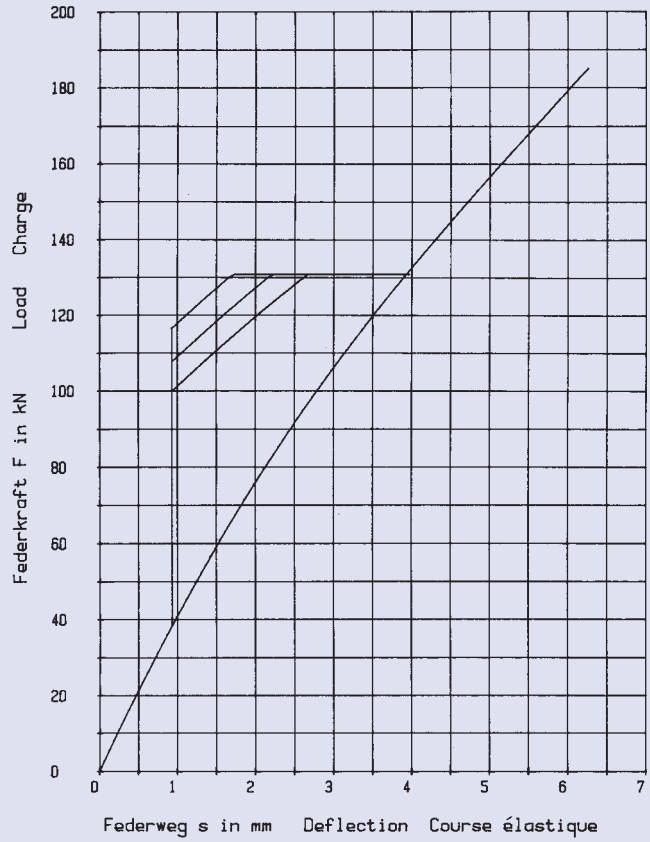
GR 3



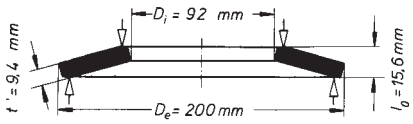
h_0 = 4,6 mm	D_e / D_i = 2,439	h_0' = 5,35mm
t = 12 mm	D_e / t = 16,667	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,383	m = 2,308 kg	h_0' / t' = 0,476



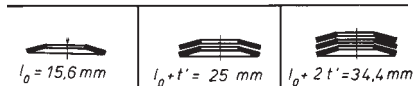
200 x 92 x 10



GR 3

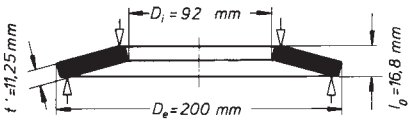


h_0 = 5,6 mm	D_e / D_i = 2,173	h_0' = 6,2 mm
t = 10 mm	D_e / t = 20	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,56	m = 1,828 kg	h_0' / t' = 0,66

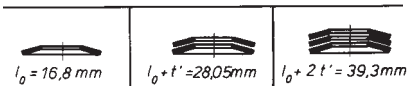


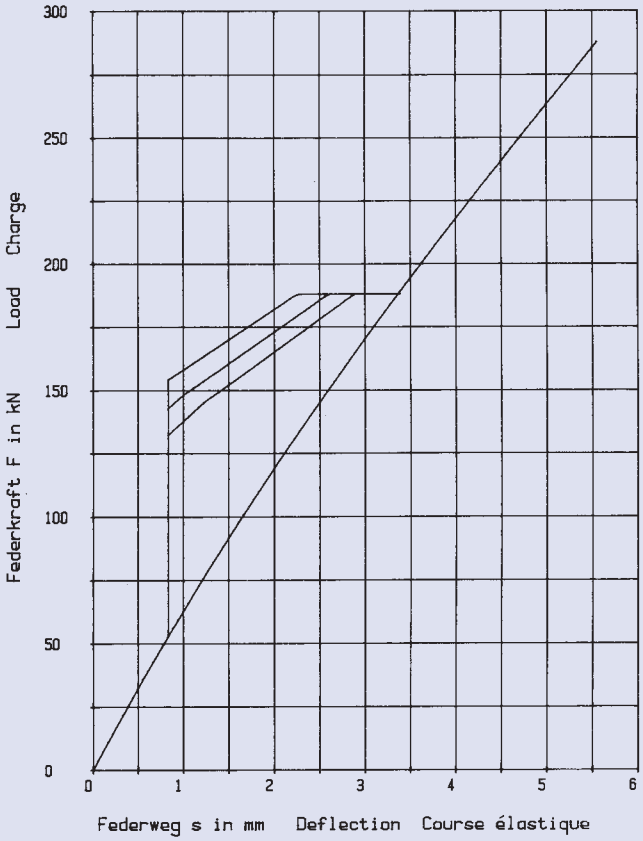
200 x 92 x 12

GR 3



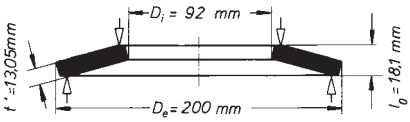
h_0 = 4,8 mm	D_e / D_i = 2,173	h_0' = 5,55mm
t = 12 mm	D_e / t = 16,667	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,4	m = 2,187	h_0' / t' = 0,493



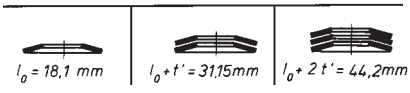


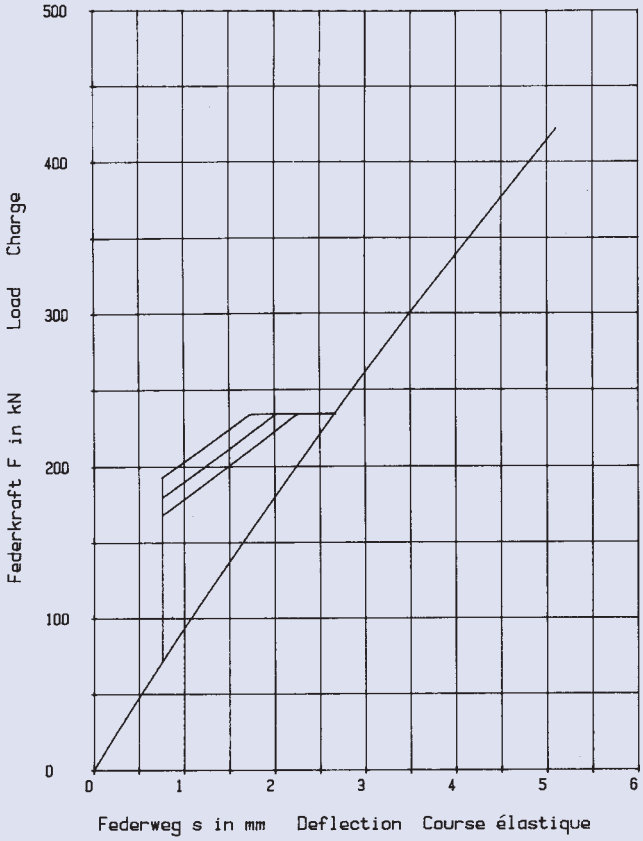
200 x 92 x 14

GR 3



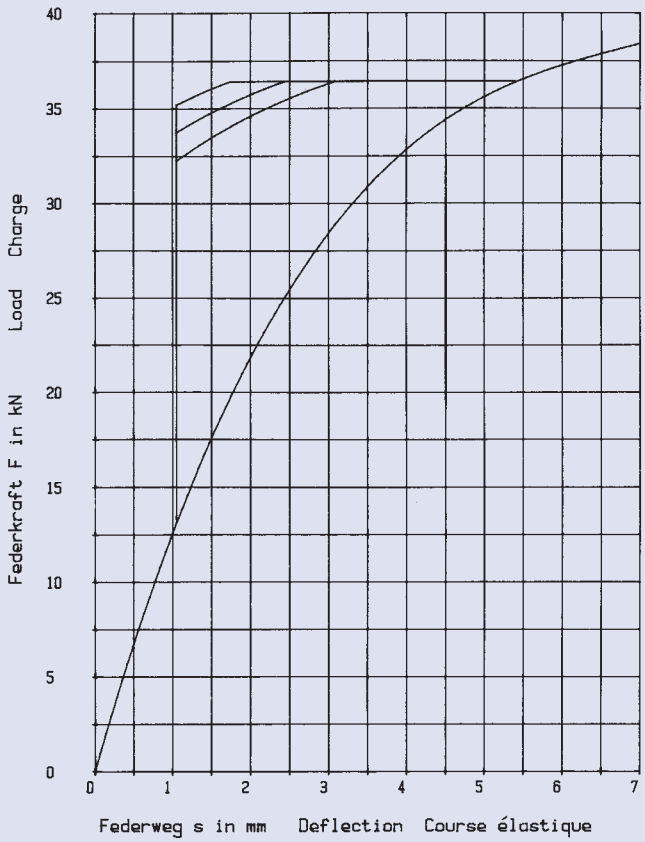
h_0 = 4,1 mm	D_e / D_i = 2,173	h_0' = 5,05mm
t = 14 mm	D_e / t = 14,285	t' / t = 0,932
h_0 / t = 0,292	m = 2,537 kg	h_0' / t' = 0,387

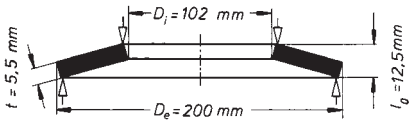




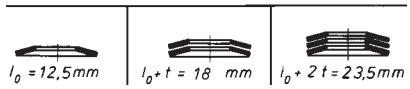
200 x 102 x 5,5

GR 2, DIN 2093 – C 200



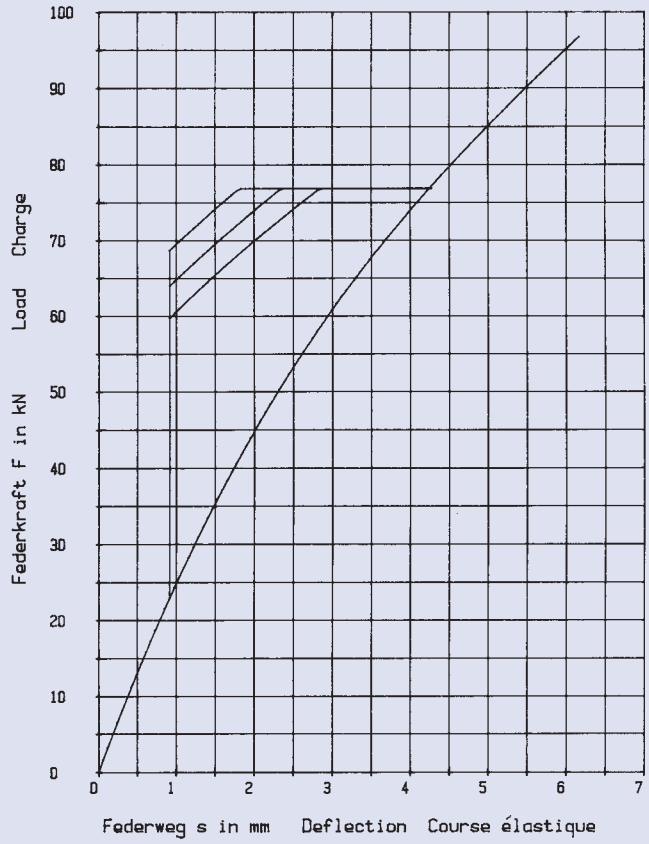


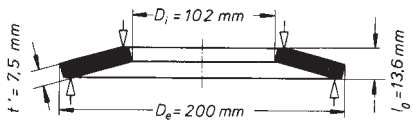
h_0 = 7,0 mm	D_e / D_i = 1,96
t = 5,5 mm	D_e / t = 36,363
h_0 / t = 1,272	m = 1,004 kg



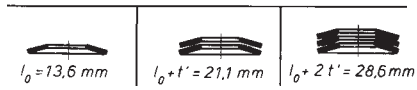
200 x 102 x 8,0

GR 3, DIN 2093 – B 200



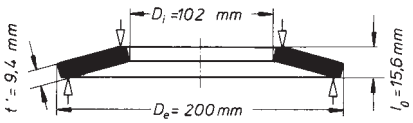


h_0 = 5,6 mm	D_e / D_i = 1,96	h_0' = 6,1 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 25	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,7	m = 1,368 kg	h_0' / t' = 0,813

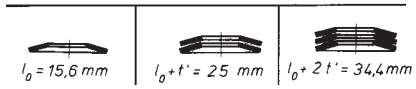


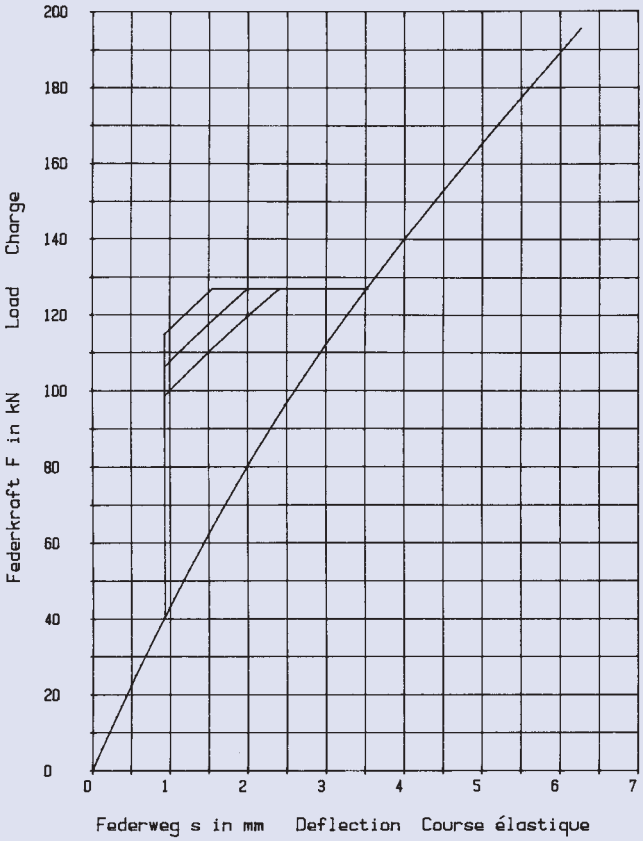
200 x 102 x 10

GR 3



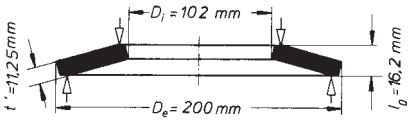
h_0 = 5,6 mm	D_e / D_i = 1,96	h_0' = 6,2 mm
t = 10 mm	D_e / t = 20	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,56	m = 1,716 kg	h_0' / t' = 0,66



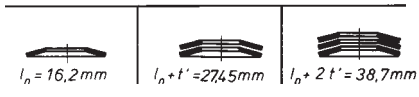


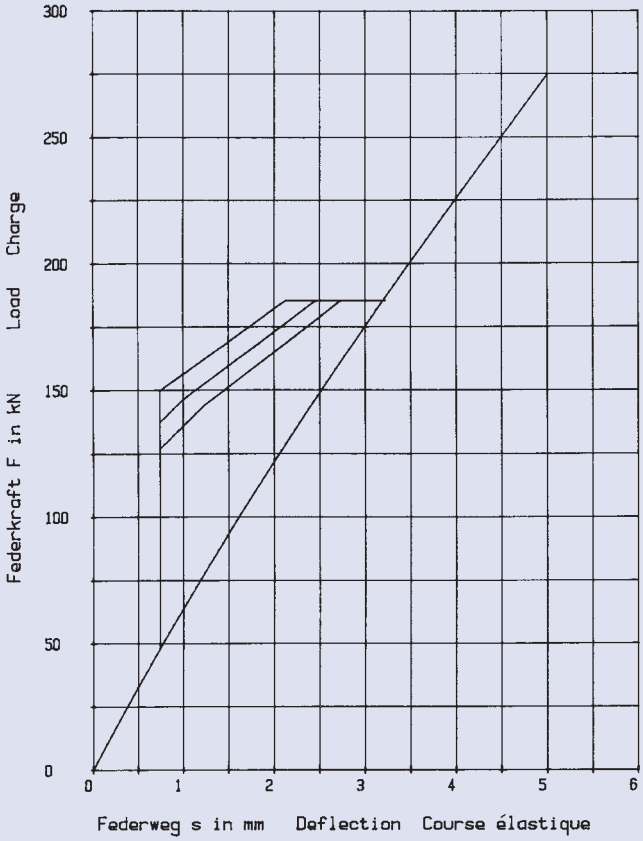
200 x 102 x 12

GR 3, DIN 2093 – A 200

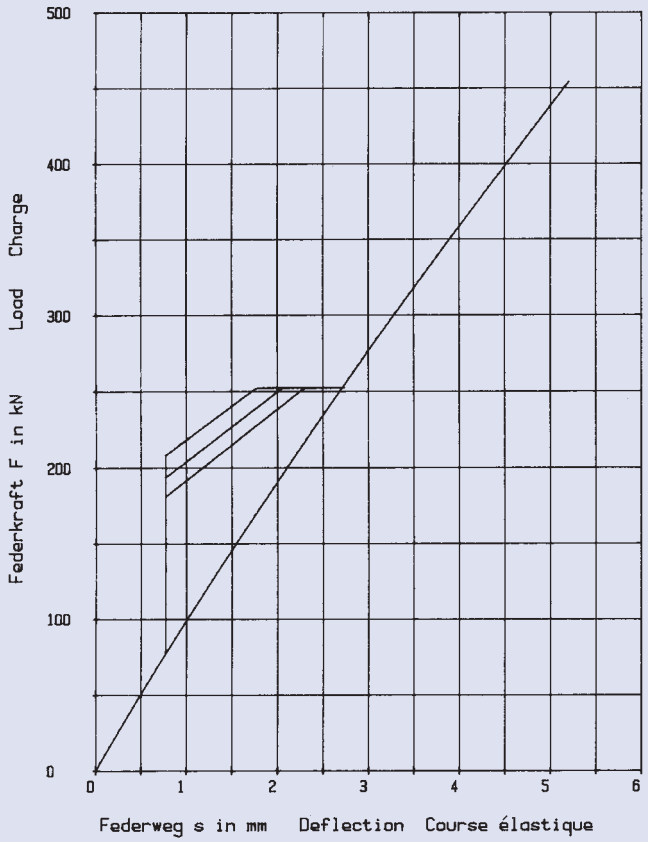


h_0 = 4,2 mm	D_e / D_i = 1,96	h_0' = 4,95 mm
t = 12 mm	D_e / t = 16,666	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,35	m = 2,053 kg	h_0' / t' = 0,44

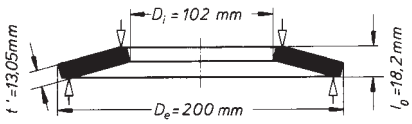




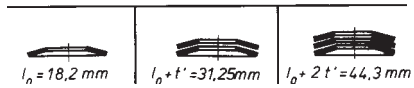
200 x 102 x 14



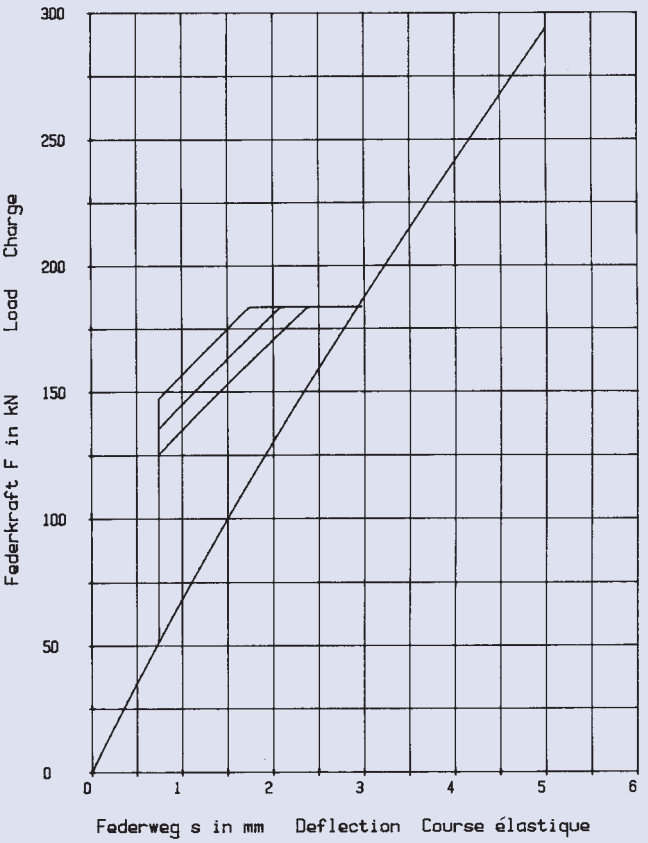
GR 3



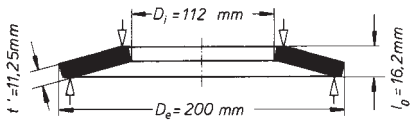
h_0 = 4,2 mm	D_e / D_i = 1,96	h_0' = 5,15 mm
t = 14 mm	D_e / t = 14, 285	t' / t = 0,932
h_0 / t = 0,3	m = 2, 381 kg	h_0' / t' = 0, 395



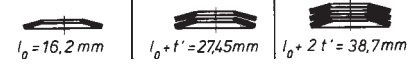
200 x 112 x 12



GR 3

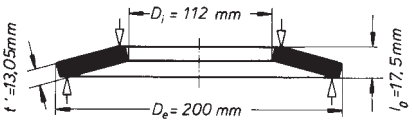


h_0 = 4,2 mm	D_e / D_i = 1,785	h_0' = 4,95mm
t = 12 mm	D_e / t = 16,667	t' / t =0,937
h_0 / t = 0,35	m = 1,904 kg	h_0' / t' = 0,44

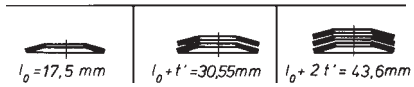


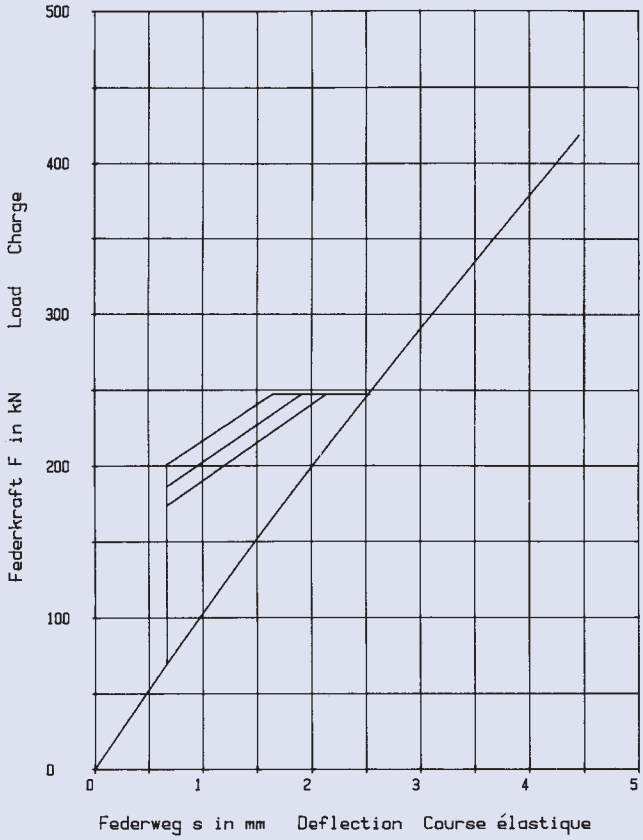
200 x 112 x 14

GR 3



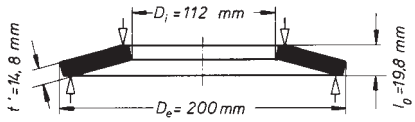
h_0 = 3,5 mm	D_e / D_i = 1,785	h_0' = 4,45mm
t = 14 mm	D_e / t = 14,285	t' / t = 0,932
h_0 / t = 0,25	m = 2,209 kg	h_0' / t' = 0,341



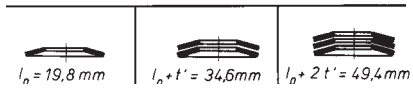


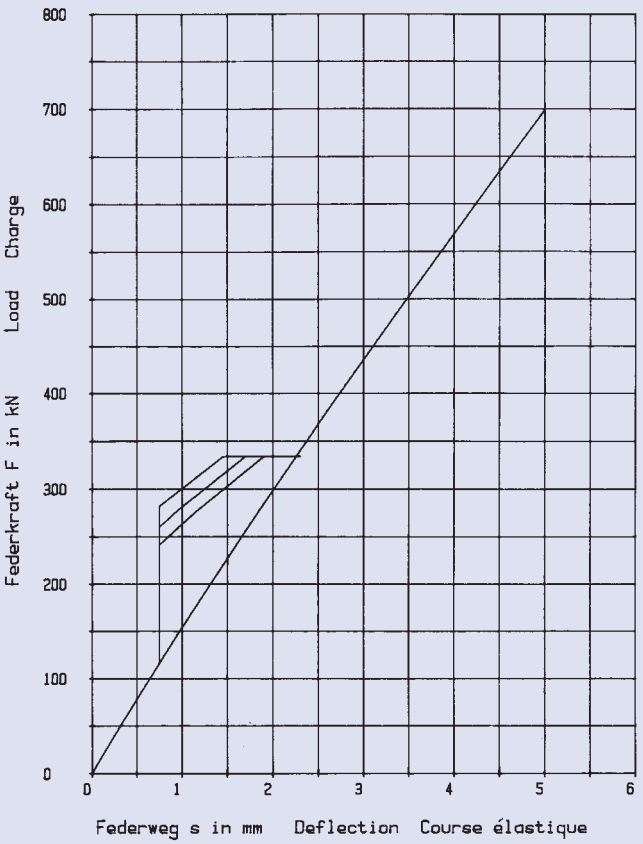
200 x 112 x 16

GR 3



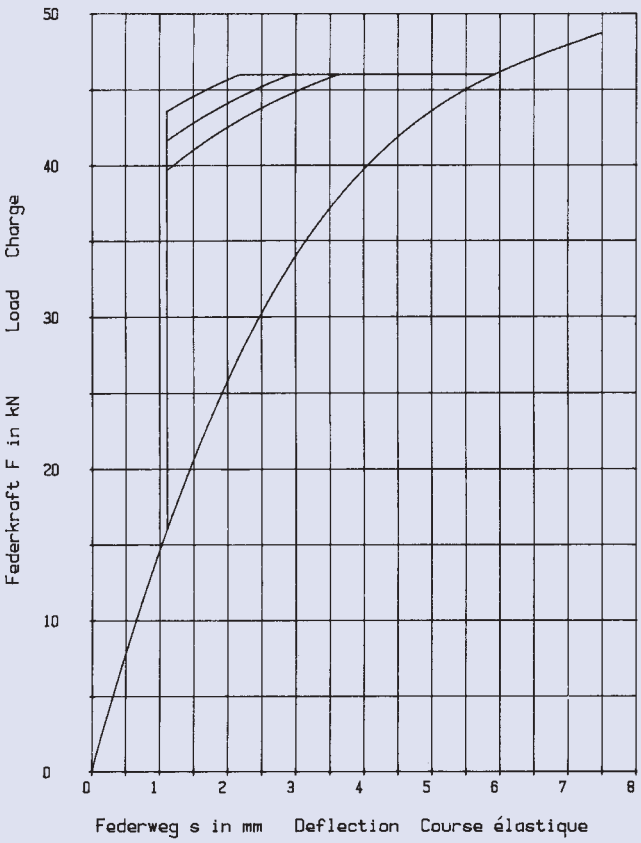
h_0 = 3,8 mm	D_e / D_i = 1,785	h_0' = 5,0mm
t = 16 mm	D_e / t = 12,5	t' / t = 0,925
h_0 / t = 0,237	m = 2,505 kg	h_0' / t' = 0,338

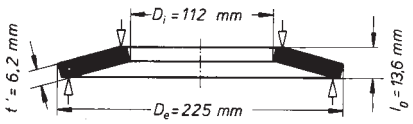




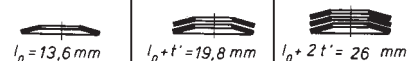
225 x 112 x 6,5

GR 3, DIN 2093 – C 225



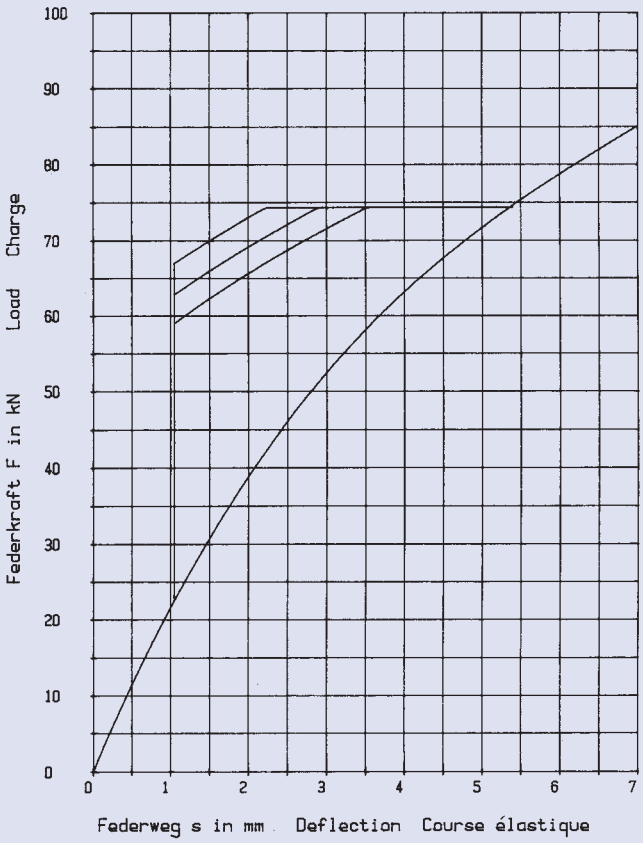


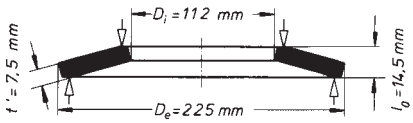
h_0 = 7,1 mm	D_e / D_i = 2,008	h_0' = 7,4 mm
t = 6,5 mm	D_e / t = 34,615	t' / t = 0,953
h_0 / t = 1,092	m = 1,455 kg	h_0' / t' = 1,194



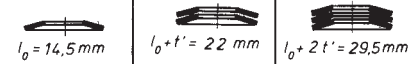
225 x 112 x 8,0

GR 3, DIN 2093 – B 225



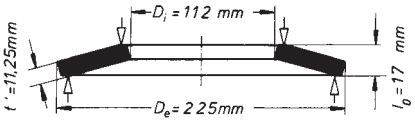


h_0 = 6,5 mm	D_e / D_i = 2,008	h_0' = 7,0 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 28,125	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,812	m = 1,761 kg	h_0' / t' = 0,933

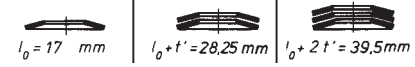


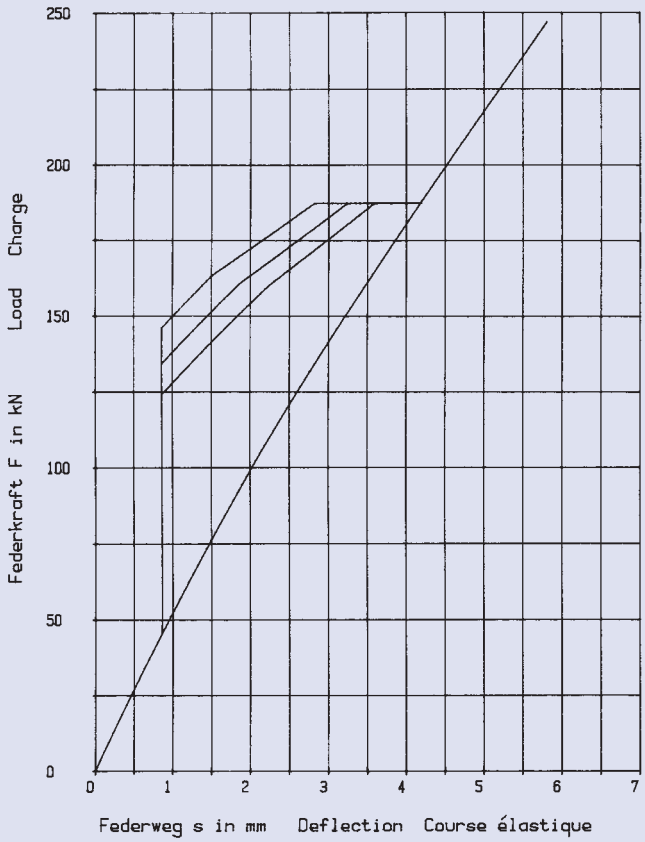
225 x 112 x 12

GR 3, DIN 2093 – A 225



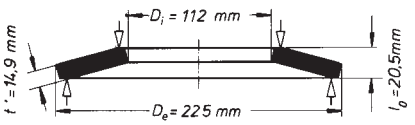
h_0 = 5,0 mm	D_e / D_i = 2,008	h_0' = 5,75mm
t = 12 mm	D_e / t = 18,75	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,416	m = 2,641 kg	h_0' / t' = 0,511



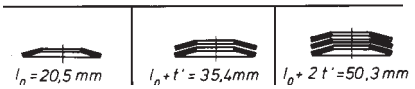


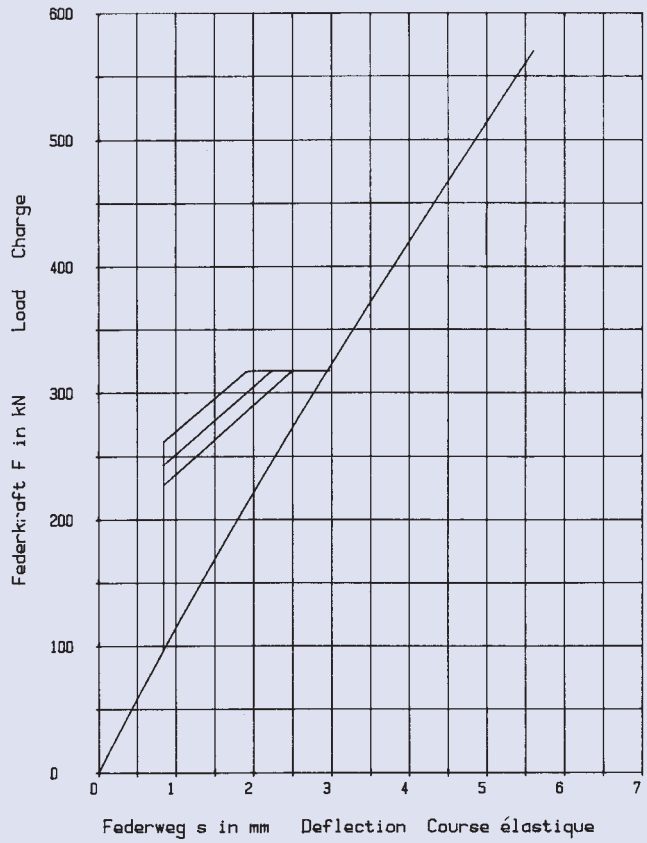
225 x 112 x 16

GR 3

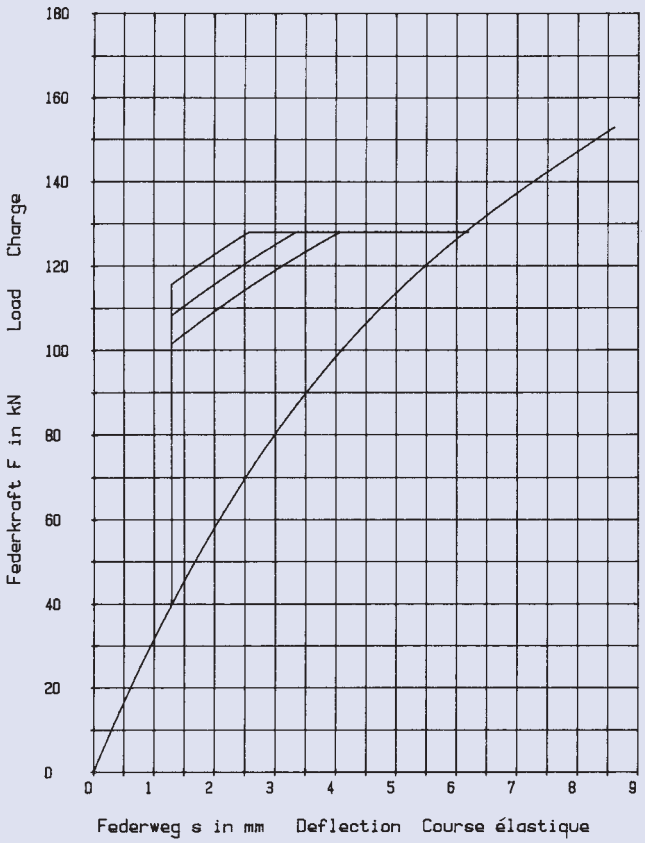


h_0 = 4,5 mm	D_e / D_i = 2,008	h_0' = 5,6 mm
t = 16 mm	D_e / t = 14,062	t' / t = 0,931
h_0 / t = 0,281	m = 3,498 kg	h_0' / t' = 0,376

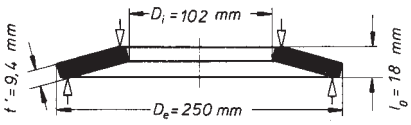




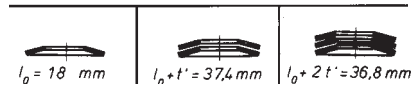
250 x 102 x 10



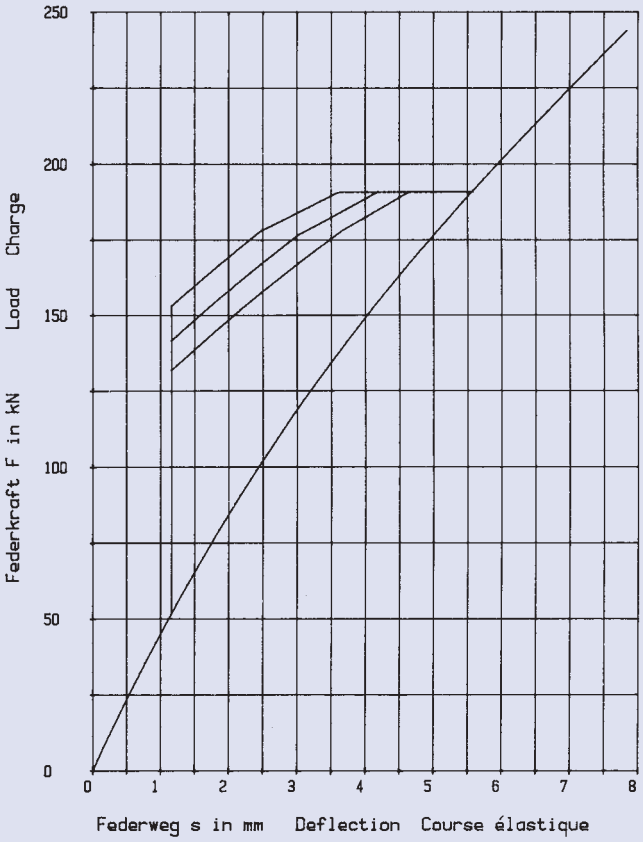
GR 3



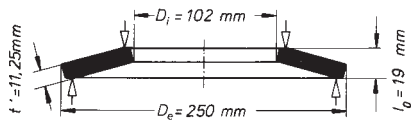
h_0 = 8,0 mm	D_e / D_i = 2,45	h_0' = 8,6 mm
t = 10 mm	D_e / t = 25	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,8	m = 3,019 kg	h_0' / t' = 0,915



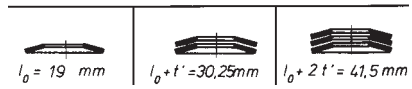
250 x 102 x 12



GR 3

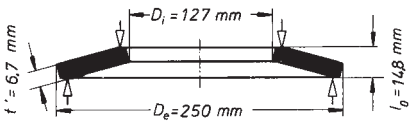


h_0 = 7,0 mm	D_e / D_i = 2,45	h_0' = 7,75 mm
t = 12 mm	D_e / t = 20,833	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,583	m = 3,613 kg	h_0' / t' = 0,689

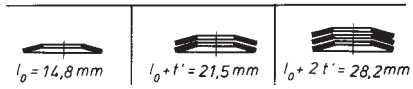


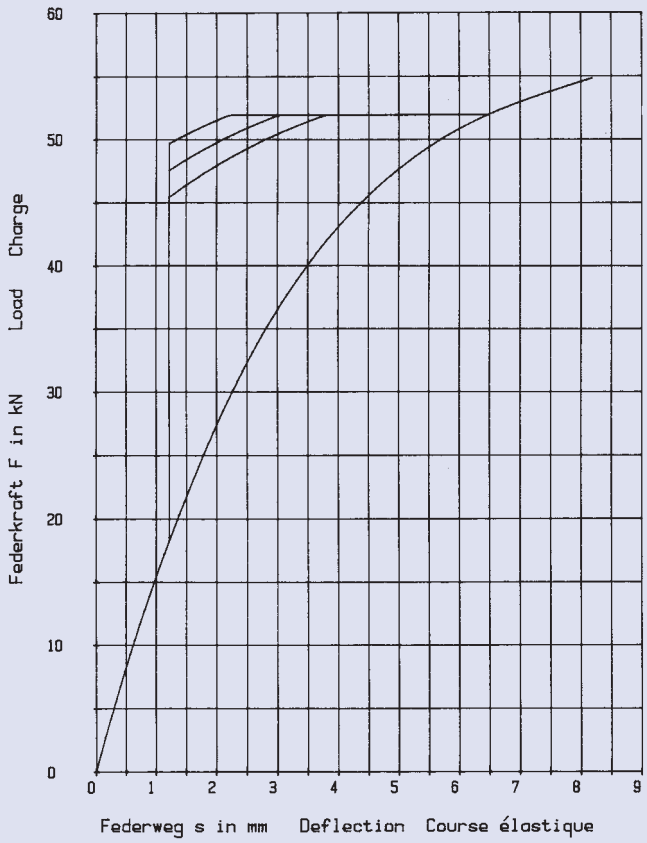
250 x 127 x 7,0

GR 3, DIN 2093 – C 250



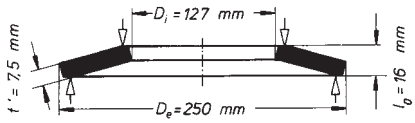
h_0 = 7,8 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 8,1 mm
t = 7,0 mm	D_e / t = 35,714	t' / t = 0,957
h_0 / t = 1,114	m = 1,915 kg	h_0' / t' = 1,209



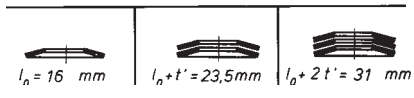


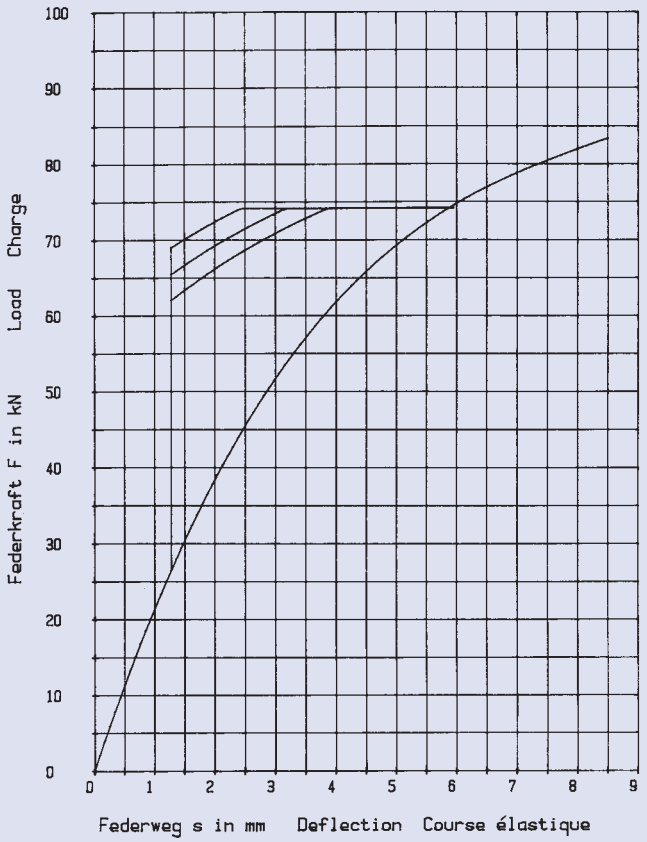
250 x 127 x 8,0

GR 3



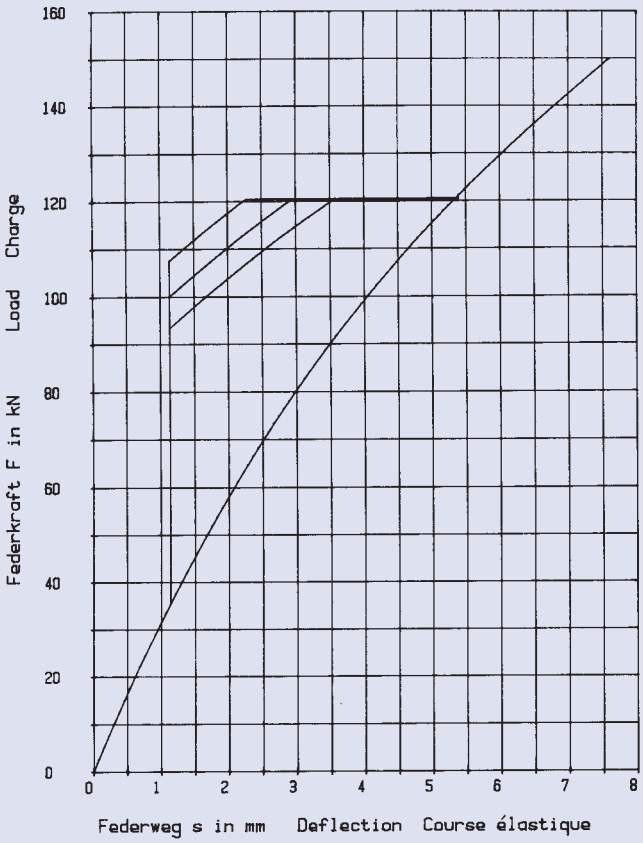
h_0 = 8,0 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 8,5 mm
t = 8,0 mm	D_e / t = 31,25	t' / t = 0,937
h_0 / t = 1,0	m = 2,144 kg	h_0' / t' = 1,133

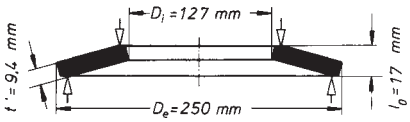




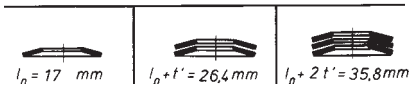
250 x 127 x 10

GR 3, DIN 2093 – B 250



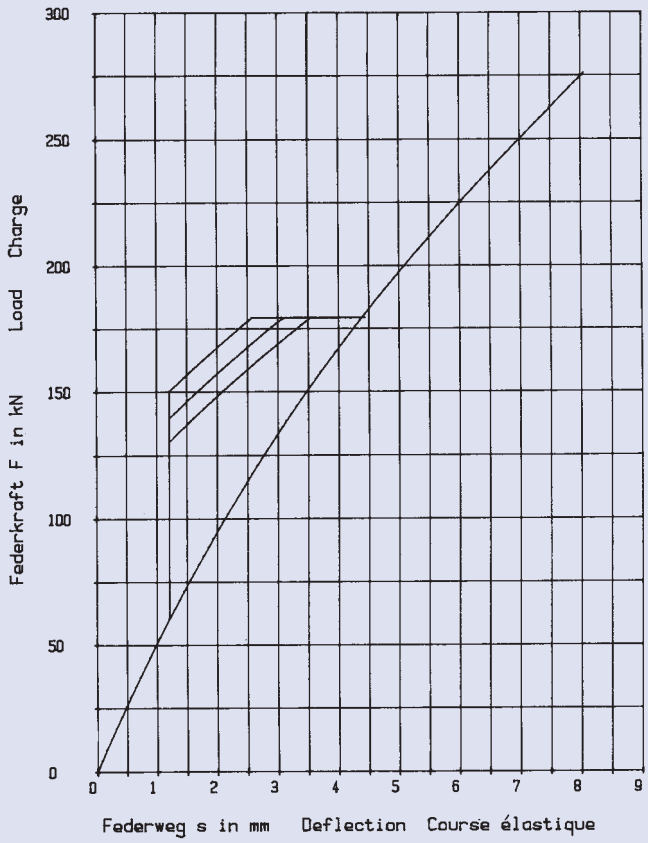


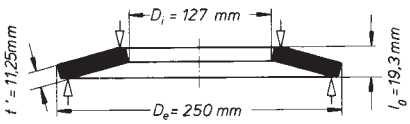
h_0 = 7,0 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 7,6 mm
t = 10 mm	D_e / t = 25	t' / t = 0,94
h_0 / t = 0,7	m = 2,687 kg	h_0' / t' = 0,809



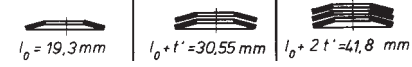
250 x 127 x 12

GR 3



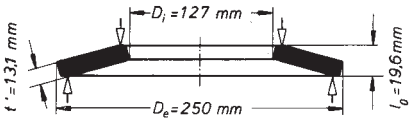


h_0 = 7,3 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 8,05 mm
t = 12 mm	D_e / t = 20,833	t' / t = 0,937
h_0 / t = 0,608	m = 3,216 kg	h_0' / t' = 0,716

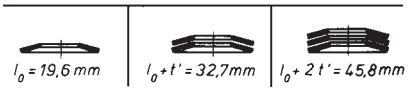


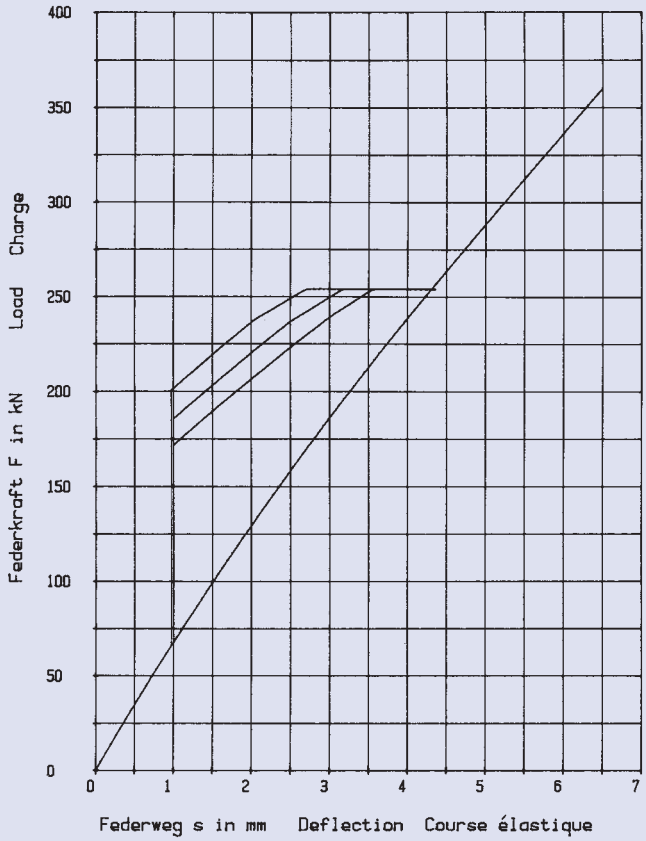
250 x 127 x 14

GR 3, DIN 2093 – A 250



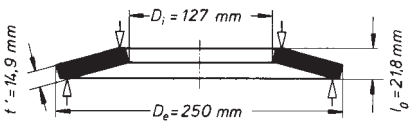
h_0 = 5,6 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 6,5 mm
t = 14 mm	D_e / t = 17,857	t' / t = 0,935
h_0 / t = 0,4	m = 3,745 kg	h_0' / t' = 0,496



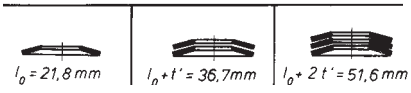


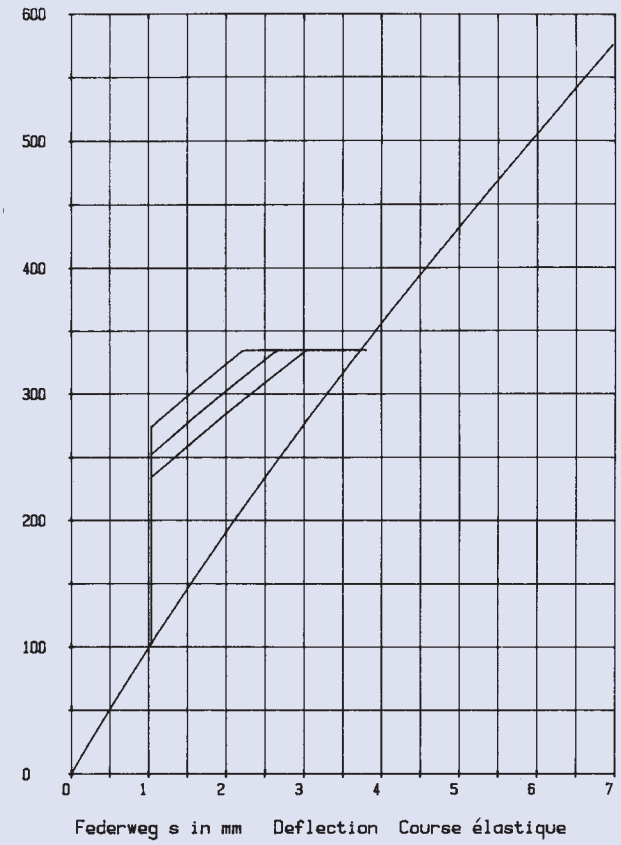
250 x 127 x 16

GR 3



h_0 = 5,8 mm	D_e / D_i = 1,968	h_0' = 6,9 mm
t = 16 mm	D_e / t = 15,625	t' / t = 0,931
h_0 / t = 0,362	m = 4,260 kg	h_0' / t' = 0,463





Mubea Tellerfedern und Spannelemente GmbH • Im Kirdorf • 57567 Daaden • Telefon +49/27 43 806 0 • Fax +49/27 43 806 188
www.mubea-tellerfedern.de • E-Mail tellerfedern@mubea.com